发展儿童执行功能助推双减深化落实

张海

（淄博市周村区北郊镇大姜小学 淄博 255314）

摘要：

几十年来，作业负担过重问题一直困扰着我国教育。随着脑科学的兴起，可以用新的学科视角审视这一问题。以脑科学研究成果为基础进行分析，执行功能被认为与我国作业负担过重问题有着直接的关系。执行功能与智力、意志力、创造性思维、批判性思维、元认知、核心素养等当今教育诸多培养目标紧密关联，是国际公认的学业成就预测指标，其培养涉及到包含作业练习在内的德智体美劳等各方面。诸多大样本调研数据及脑科学研究显示，随着人民生活的日益富裕，我国家庭传统执行功能培养方法逐渐瓦解，造成学生学习力的逐年下降。学校教育则因易执行的多元化评价指标的缺失，使得低成本作业训练逐步挤占其它培养方式的生存空间，导致五育存在虚化现象，致使作业负担的屡禁不止。以学生近视率、心理健康水平、体质健康水平等执行功能关联因素为评价指标，在德智体美劳已有育人经验基础上侧重执行功能养成，可深化推进双减的进一步开展。

关键词：脑科学；执行功能；作业负担；减负策略；德智体美劳全面发展

分类号：G40-03

The development of children's executive function promotes the deepening of the implementation of double reduction

Zhang Hai

(Zibo city Zhoucun District North suburb town Dajiang primary school，Zibo，China)

Abstract:

For decades, the problem of excessive homework burden has plagued our education. With the rise of brain science, this problem can be examined from a new disciplinary perspective. Based on the research results of brain science, executive function is considered to be directly related to the problem of excessive workload in our country. Executive function is closely related to many training goals of today's education, such as intelligence, willpower, creative thinking, critical thinking, metacognition, core literacy, etc. It is an internationally recognized predictor of academic achievement, and its cultivation involves various aspects such as morality, intelligence, body, beauty and labor, including homework exercises. Many large sample survey data and brain science research show that with the increasing prosperity of people's lives, the traditional methods of family executive function training have gradually disintegrated, resulting in the decline of students' learning ability year by year. In school education, due to the lack of diversified evaluation indicators that are easy to implement, low-cost activity training gradually crowded out the living space of other training methods, resulting in the phenomenon of emptiness of five education, resulting in repeated prohibitive work burden. Taking myopia rate, mental health level, physical health level and other related factors of executive function as evaluation indicators, focusing on the cultivation of executive function on the basis of the existing education experience, it can further promote the further development of double reduction.

Key words: Brain science; Executive function; Homework burden; Reducing the burden strategy; All-round development of morality, intelligence, physical beauty and labor

1.前言

21 世纪是一个社会快速变迁的时代。新的事物不断涌现，旧的事物不断消逝。仅靠从学校学习知识与技能，已经难以适应社会发展的需求。要成为 21 世纪的“合格”公民，需要具备核心素养，能够终身学习，兼备创造性的头脑以及解决现实问题的能力。这就要求学校教育的相应转型，从“让学生掌握知识与技能”过渡到“培养学生的素养与能力”，挖掘学生的创新潜能，使学生养成终身学习的意识、能力与品质。然而，转型之路并不顺畅。学生作业负担过重问题是应试教育的典型特征，依然是困扰中国教育的难题。2000 年至 2022 年，国家层面下发减负文件已有 16 次，[1]平均每 1.4 年 1 次。减负令的频繁下发，说明严控过后，作业负担过重现象未能呈现根本性的好转，依旧阻碍教育的转型，引起国家长期的关注。究其根源，还缺乏一个全面解释作业负担加重过程的模型，使诸多减负策略、方法，处于割裂的、各行其是的状态，“头疼医头脚疼医脚”，未能形成合力，造成整体减负效能的降低。

随着科学技术的发展，对人脑的认识逐渐加深，脑科学应时而生，使我们能够从人脑的神经活动层面思考教育难题，发现之前忽略的要素，从而系统、全面的构建问题模型，统筹考虑各层次的减负策略、方法，提升整体减负效能。从脑科学视角分析作业负担问题，执行功能是关键性要素。对这一认知过程的培养需求，不仅是导致作业负担不断增加的内因，也是单一减负策略效果欠佳的根源所在。对于作业负担问题，围绕执行功能这一概念，以脑科学的诸多研究结论为基础，可以解释与作业负担相关的各种教育现象产生的根源，能够将党和国家《关于深化教育体制机制改革的意见》(2017 年)、《中小学德育工作指南实施手册》(2017)、《关于全面加强新时代大中小学劳动教育的意见》(2020 年)、《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》(2021 年)、《中华人民共和国家庭教育促进法》(2021 年）等一系列文件、法规有机联系起来，深入解读其与减轻学生作业负担的内在联系，可以说明德智体美劳全面发展是推进“双减”政策深化落实的必然路径，监测学生考试合格率、近视率、心理健康水平、体质健康水平，是推进“双减”政策深化落实的重要手段。并对此提出了具体的减负策略。

2.合理培养学生执行功能是作业减负的关键所在

2.1 执行功能是认知能力的核心

执行功能是当我们必须集中注意力时所需要的一系列自上而下的心理过程。人的生产、工作、学习、娱乐、交往等方方面面，都不离开执行功能的参与。经过多年研究，学者们一般认为执行功能由抑制控制、工作记忆和认知灵活性三个核心成分组成。抑制控制是一种抑制不适当或不再适应当前情境的自动化动作或行为的能力。[2]工作记忆是一种在脑海中保持和操纵信息的能力。[3][4]认知灵活性是一种根据不断变化的环境适当调整自己行为的能力。[5]有学者对这三个核心成分的九种测试任务进行分析，发现三者既有统一性又有多样性。[6]大体来说，在幼儿时期三个核心成分相关性更高，随着年龄的增长而逐渐分离。[7]正如此，他们三者的协作构建了推理、问题解决、计划等更为复杂的执行功能技能，[8]成为人类认知能力的核心。

脑科学研究发现，执行功能与人的一般智力有着密切的关系。人类不同个体间存在智力的差异。执行功能便是这种差异的重要预测因子。[9][10][11]脑成像进一步揭示了两者的联系，执行功能与一般智力所激活的脑区存在高度的重叠。[12]三个核心成分的相关脑功能连接（FC)，均能预测人的流体智力和晶体智力水平。[13]所以，执行功能也被认为是一般智力差异的标志。学生具有较好的执行功能是高智力水平的体现。[14]

较弱的执行功能已经被证实与诸多的认知障碍存在关联。注意力缺陷/多动障碍（ADHD）在我国儿童中是一个普遍存在的现象。对于多动症儿童的脑成像研究表明，这些儿童出现了位于右侧前脑岛、背侧前扣带回皮层和腹外侧前额叶皮层的扣带回-小脑 “显著”网络（SN）以及位于右侧背外侧前额叶皮层和后顶叶皮层的背侧额顶叶“中央执行”网络（FPN）的损伤。执行功能的抑制控制子成分对这两个网络的调节能力可以预测儿童多动症症状的严重程度。[15]对强迫症的研究，也揭示了其与执行功能一系列脑区受损有关，广泛涉及到从眶额皮质延伸到顶叶皮质的前额叶脑区。对自闭症谱系障碍（ASD）患者的脑成像研究发现，他们的大脑在在双侧额中回、左侧额下回、右侧顶下小叶和楔前叶脑区激活更弱。这意味着在完成执行功能测试任务过程中，他们的额顶网络与其他脑区的连通性表现较差，损害了自己的执行功能。[16]有学者对 34 项网络游戏障碍的脑成像研究进行综合分析，发现网络游戏障碍会导致与执行功能相关的前额下回脑区的激活降低，前扣带皮层、眶额皮质、背外侧前额叶皮层和运动前皮层脑区的灰质体积减少。[17]

执行功能还与学生的心理健康水平密切相关。当学生具备良好的执行功能时，则可对自己的健康发展起到保护作用。尤其是处于青春期的学生，其身体、社会和情感都发生着巨大的变化。学生具备良好的执行功能，可以降低患有焦虑、抑郁、强迫症、精神分裂症的几率。[18]

由此可见，执行功能与各学习能力层次的学生都有着密切的联系。改善学生的执行功能，有助于全体学生的健康成长。

2.2 执行功能是国际公认的学业成就预测指标

世界各国对于执行功能这一概念有着诸多的研究，揭示了执行功能与学业成就的内在联系。执行功能从多个维度与学业成就产生关联。首先，执行功能与诸多学术技能存在密切联系。例如，对我国学龄前儿童执行功能的研究，便已观测到执行功能三个子成分与这些儿童的数学能力存在中等程度的正相关。[19]对阅读的研究表明，儿童较好的工作记忆和抑制控制能力与较快的阅读速度相关，较高的认知灵活性与较好的阅读理解相关。[20]执行功能对汉语词汇识别的重要性，甚至超越了词汇知识和元语言意识。[21]双语的学习过程，也与执行功能有关。脑成像研究发现，语言转换过程所激活脑区与执行功能激活脑区存在重叠。[22]纵向研究发现，儿童的执行功能状况，可以预测一段时间后他们的计算、阅读等学术技能的发展状况。[23,24]其次，执行功能与诸多高阶思维存在关联。执行功能不仅是创造性思维、[25,26,27]批判性思维[28]的重要组成，而且与元认知能力密切相关（如执行功能的错误检测/监控和工作量监控等过程与元知识相关，而纠错、抑制控制和资源分配与元控制相关）。[29]执行功能还是自我调节能力的核心，[30]是使学生学会学习的关键所在。当教育不再注重对学生知识的考查，开始转向综合评测学生的素养时，对学生元认知、创造性思维、批判性思维、流体智力以及核心素养的评测，要求学生具备较之以往更高的执行功能。大规模数据分析的结果与之相符，执行功能是学业成就的预测指标，与学业成就双向相关，[31,32,33,34]即便 4-5 岁儿童的执行功能，对其 15 岁时的学业成就也有一定的预测效果。[35]所以，学生执行功能的高低，会明显的以学业成就差异的形式表现出来。以数学学科为例，执行功能对从数学天才儿童到数学学习困难儿童在内的全体学生的学习差异具有解释作用。[36]对 11010 名儿童的调研显示，当这些儿童在幼儿园时期检测到执行功能较弱时，便会预示着他们在之后的整个小学阶段重复的遇到学业困难。[37]

大量的研究也已证实，通过训练儿童执行功能，可以提升儿童的学业成就。例如，一项训练 4-5 年级学生工作记忆 N-back 任务的研究表明，训练后的学生在阅读理解成绩上得到了提升；[38]另一项运用计算机程序训练三年级和五年级学生抑制控制能力的研究表明，训练后他们的科学成绩得到了提升；[39]一项通过音乐训练提升学生执行功能的研究显示，参加校外管弦乐训练的学生，在数学成绩上也得到了提升。[40]这些研究结论为执行功能与学业成就双向相关，提供了支撑。

2.3 执行功能的发展跨越人生的前二十年

执行功能在人的婴儿期便已出现，[41]随着儿童大脑的不断发育而增长。对于学龄前及小学低年级儿童，完成三个核心成分的高难度执行功能任务时，共同激活的脑区还与成人不同，表现得更为分散。但是脑成像研究发现，3-4 岁的学龄前儿童在额顶叶皮层、丘脑、下顶叶皮层中，与成人相似的核心控制区域已经出现。[42]这也为学龄前阶段进行执行功能干预提供了理论支撑。到儿童中期（7-8 岁左右），激活脑区（如扣带盖网络和额顶叶网络）已与成人有一定重合，之后的改变以执行功能网络激活量的改变为主，而不会出现网络结构上本质的变化。[43]此时，支撑执行功能的额顶网络尚未成熟，还需要默认网络（DMN）提供补偿，尤其是在记忆任务和静息态任务中，儿童的默认网络和额顶网络的神经耦合更强。[44]但总的趋势是，随着儿童年龄的增长，额顶网络、默认网络内部的连接增强，网络间的连接下降，各自形成模块化结构。各网络模块内部的效率提升伴随着网络间干扰的降低，推动了儿童执行功能的快速发展。[45,46,47]到了青春期（12 岁左右），青少年的大脑的功能连接梯度的峰值开始明显观测到由单模态到多模态之间的过渡，[48,49]带来了执行功能的继续发展，其成长贯穿整个青春期，部分能力（如工作记忆和计划）则会继续发展到成年早期。[50,51,52]

在人生头二十年的成长过程中，执行功能始终处于发展状态。这在带来机遇的同时也带来了危险。漫长的发展历程，给人以充足的时间以便发展出更为成熟的能力。漫长的发展历程也意味着执行功能发展过程中更容易受到不利因素的干扰。

2.4 执行功能的发展受到遗传与环境的相互影响

遗传与环境的相互影响，决定着人的发展水平。这一点，对于执行功能也不例外。执行功能具有很强的遗传性。[53,54,55]有学者对 950 名同卵双胞胎和异卵双胞胎进行了 14 年的长期的追踪调研，发现这些儿童到 17 岁时，他们 96%的抑制控制、100%的工作记忆以及 79%的认知灵活性，都是可以用遗传

来解释的。[56]这意味着，人的绝大部分执行功能发展潜力，已经由基因所锁定。不过，这并不意味着儿童的自然成长就可以发挥出自身的潜力。其发展在很大程度上也取决于环境和经验的影响。[57]优质的家庭养育和学校教育，可以激发儿童的潜能，使其获得更好的遗传力。而威胁（如受到虐待、受到恐吓、感受到压力等）与剥夺（如贫困、与照顾者长期脱离缺少沟通、营养不均衡、较少接触新鲜事物等）[58][59][60]会增加环境所带来的负面作用，减缓儿童执行功能的发展。尤其是童年早期经历过暴力或创伤的青少年，大脑皮层的突触修剪会加速，脑白质组织也会快速的髓鞘化，这都导致了神经可塑性的降低，[61][62]从而减弱了他们的遗传力，限制了他们执行功能的进一步发展。

这意味着，遗传限定了青少年执行功能的发展上限，环境影响着青少年向这一上限发展的速度以及最终达到的高度。未能充分开发其执行功能潜能的青少年，到成年早期时他们的执行功能发展水平也难以达到自身上限。所以，采取多样化措施，发展少年儿童执行功能是必要的。从另一个方面看，少年儿童执行功能发展潜能是受限的。尽管，这一上限是一个上下略有浮动的区间，通过大量的训练来尝试超越这一上限也是不现实的。

2.5 培养少年儿童执行功能的路径是多样化的

执行功能是人类高级认知功能的统合，它涉及到人的日常生活、工作、学习的方方面面。人在诸多活动中运用执行功能的同时，也在发展着自身的执行功能。这也意味着，培养执行功能的方式是多样化的。

（1）家庭教育

亲子互动的质量会影响儿童执行功能的发展。当家长能够对孩子进行充分、一致的指导，着力培养孩子的自主性时，会促进孩子执行功能的发展。[63]相反，家长采取专制的管理方式，限制孩子的自主权，试图采取简单粗暴地控制、惩罚或拒绝等方式进行管理时，会阻碍孩子执行功能的发展。[64]例如，一项对我国家庭体罚儿童现象的行为研究表明，父亲的体罚会损害儿童的工作记忆能力，母亲的体罚会损害儿童的抑制控制能力，这都导致了儿童执行功能的下降和外化行为的增加。[65]

家庭生活方式，同样也会影响到儿童执行功能的发展。例如，多带孩子接触新鲜事物，能够增强他们的认知灵活性。[66]培养孩子广泛的兴趣爱好，引导他们进行丰富多彩的活动，可以促进孩子大脑的发育，优化孩子脑神经网络，增加孩子大脑灰质的体积。[67][68]保障孩子的睡眠时间，也有利于孩子执行功能的发展。孩子的睡眠质量和睡眠时间，都与他们的认知能力有明显的关联。[69]一项行为研究表明，2-4 岁幼儿的睡眠时间和睡眠质量可预测他们小学二年级时的执行功能水平。[70]对我国 4699 名 7-11 岁学龄儿童的调研显示，每天睡眠时间超过 9 小时的儿童，执行功能测试得分更高。[71]一旦睡眠不足，负面影响会牵扯到多个认知领域，其中对执行功能的影响最大。这一负面影响还会随着睡眠不足天数的增加而逐渐严重。[72]家庭教育影响儿童执行功能的方面还有很多，其在《中华人民共和国家庭教育促进法》中已有详细的论述。

做好家庭教育指导工作有其必要性。脑科学对家庭养育子女的大量研究表明，不良的养育子女方式存在代际传递性。那些在父母的忽视或虐待中成长的孩子，长大后往往不适应养育子女的角色。在不利的环境中，缺乏社会干预时，他们更有可能采取上一代的养育子女的行为，从而使代代相传的不良养育行为永久化。[73]

（2）品德教育

扎实开展德育，是落实“双减”的重要前提。脑科学研究表明，足够浓度的多巴胺可以确保人脑执行功能相关脑区最大的激活。如果要解决的问题过于简单或困难，则会阻碍多巴胺的释放，抑制执行功能相关脑区的激活。[74]这说明，锻炼儿童的执行功能，需要不断提供难度适中、具有一定挑战性的问题，让儿童尝试解决。要想取得明显的执行功能培养效果，还需要付出长期的努力。[75]这意味着认知资源的不断消耗。然而，人的天性并不喜欢脑力劳动。[76]大脑会结合对回报和效率的预期，来决定投入多少努力。[77]当缺乏内在动机时，学生会惰于解决有挑战性的问题，磨磨蹭蹭完成学习任务。这起不到培养学生执行功能的效果。脑成像研究表明，执行功能和动机相关刺激处理中涉及的动态神经结构的静息态表达与抑制控制之间的关系，随着年龄的变化而变化。在人的早期(28 岁之前)发展过程中，动机对卓越的认知功能有重大的贡献。[78]所以，应当树立远大理想，鼓舞学生为中华之崛起而学习，提升学生的内在学习动机，培养学生积极正向的处世态度，使之能主动迎接挑战，锻炼自己的执行功能，促进自己执行功能的发展。

近年来，学者们把执行功能分为两大类，将传统的无需情感、动机或社会互动成分参与的执行功能称之为冷执行功能，需要以上成分参与的执行功能称之为热执行功能。冷执行功能与人的学业成就

密切相关，热执行功能与人的社会情感有较大关联。研究表明，热执行功能与人的道德存在密切的联系。人的道德认知激活脑区与热执行功能激活脑区存在较高的重合。[79]这一点，对于道德行为也不例外。虽然冷热执行功能所激活的脑区有所不同。冷执行功能的成功运用会受到热执行功能能力的影响。所以，也会影响到人的学业成就。至于道德推理，也已被证明需要良好的冷执行功能提供支持。[80]有学者对 24 项与欺骗相关的脑科学研究进行分析，发现与欺骗相关的大脑区域包括前额叶皮层、脑岛、前扣带皮层和下顶叶皮层，在社会互动欺骗中，背侧前扣带皮层、右侧颞顶叶交界处/角回和双侧颞极的激活程度明显高于非互动欺骗。[81]这意味着缺乏诚信，与冷、热执行功能都有关联。所以，开展德育，养成儿童良好品德及行为习惯的过程也是发展儿童执行功能的过程。扎实落实教育部发布的《中小学德育工作指南实施手册》所提出的“培养行为习惯”、“形成社会规范意识”等学段目标，便是发展儿童执行功能的良好方法。行为研究为此提供了证据，有学者拍摄了学龄前儿童在幼儿园课堂的活动，发现儿童的不专注行为（例如活动时无所事事、应该独立完成任务时与同伴交流、没有做教师安排的活动任务等）与他们的执行功能能力有中等程度的相关。尤其是在任务转换（一个活动结束到新活动开始）过程中的不专注行为预测了他们未来数学技能的增长。[82]而以形成自我调节能力为导向的习惯养成方法，则被证实对儿童执行功能的发展具有促进作用。[83]

从行为问题的研究中，也可以看到习惯养成对发展儿童执行功能的重要性。执行功能与人的行为障碍密切相关。脑科学研究发现，健康的青少年中外化消极行为和内化消极行为，与执行功能抑制控制过程中大脑不同的激活模式有关。外在表现的消极行为（如破坏规则、攻击他人）体现为人脑顶叶的过度活跃，内在表现的消极行为（如抑郁、焦虑）则显示出人脑内侧前额叶皮层的激活增加。[84]这意味着执行功能参与了对外化消极行为和内化消极行为的控制。儿童执行功能发展缓慢，会导致这些出现这些行为的概率增加。[85][86]这一点，也可以从注意力欠佳或多动行为儿童（ADHD）的相关研究中发现。[87]学龄前执行功能较弱的儿童，在入学后更容易出现注意力缺陷或多动行为的情况。对 238 名患有各类行为障碍的儿童进行的脑成像研究中，研究者发现所有儿童的额顶连接中枢的连接都存在不足。[88]这不仅意味着他们的执行功能明显低于其他儿童，也意味着改善行为障碍的困难性。需要通过长期努力，改变儿童的行为习惯，来进行干预。

（3）体育运动

体育运动改善人的执行功能，已有众多的研究结论支撑。实施长期的运动干预，被认为是促进执行功能的多个子成分（尤其是抑制控制能力）的有效方法。[89]体育运动全方位的促进儿童执行功能相关脑区的发展，涵盖脑灰质、白质、功能联结等诸多方面。长期运动不仅可以增加人脑脑区的体积（例如额中回右眶部），[90]还可以改善人脑的白质组织(例如胼胝体和右上放射冠的白质)。[91]运动的频次、运动的强度与白质完整性的变化正相关。[92]这些方面的改善促进了人的执行功能的发展。对 12 项研究的综合分析发现，长期运动还能加强人脑颞叶与前额叶、顶叶和枕叶之间的功能联系。这些运动引起的功能连接变化也可以改善人的执行功能。[93]

就运动的强度来看，虽然大剂量的运动比小剂量的运动整体体现出更好的效果，中等强度的有氧运动还是比高强度有氧运动显示出独到的优势，对认知的发展具有较佳的促进作用。[94]它要求在运动中，儿童的心率应控制在儿童最大心率的 40%-60%(最大心率即儿童可耐受的最大运动强度下的心率，男童最大心率＝220-年龄，女童最大心率为男童的 90%)。[95]单次运动时长（运动过程无休息时段）在 20-30 分钟。[96][97]

从活动形式方面分析，诸多体育运动方式对执行功能的培养效果并不相同。篮球、足球、乒乓球等开放式技能练习比跑步、游泳等封闭式技能练习，呈现更好的培养效果。[98]这是由于这些活动具有一定的对抗性。个体需要根据对抗情况不断的调节自己的行为，也就需要投入更多的认知资源来提高决策过程的效率。不过，每类体育运动对执行功能子成分的培养效果各不相同。例如，花样跳绳对儿童的工作记忆与认知灵活性有明显的促进作用；[99] 跆拳道训练对儿童的抑制控制与认知灵活性的提高具有明显的效果；[100]足球运动对儿童的抑制控制有明显的促进作用；[101]篮球运动则对儿童的工作记忆和认知灵活性的提升有较大的帮助。[102]可见，要全面培养儿童的执行功能各子成分，需要根据运动方式的具体特点，合理设计活动方案，补足短板。

总体来看，体育运动促进儿童执行功能的发展是一个长期的过程。诸多研究表明，短期运动行为对改善执行功能的效果并不明显。例如，有学者研究了单次中等到高强度有氧运动对青少年执行功能的急性影响，发现持续时间 10 分钟、20 分钟、30 分钟的运动，既没有改善也没有恶化学生的认知表现。[103]诸多研究证明，运动总时长和运动频次与儿童执行功能的改善存在关联，例如对我国 8-12 岁儿

童网球训练经验与执行功能关系的研究表明，训练时间超过 1 年的儿童在认知灵活性和工作记忆方面的表现优于训练时间小于 1 年的儿童；[104]对我国 6-8 岁男孩篮球训练频率与执行功能关系的研究表明，定期的篮球训练，尤其是较高频率的篮球训练，有利于 6-8 岁男孩的工作记忆和认知灵活性。[105]所以，应当尽力拓展体育活动时间，提升少年儿童体育活动总时长，充分利用正式的体育课、阳光体育大课间、体育类社团活动、校外体育活动发展儿童的执行功能，促进我国青少年学业成就的提升。

（4）劳动

在文献中，劳动与体育运动，往往被学者们一同论述。他们同属于身体活动的范畴，即由骨骼肌产生的导致能量消耗的一切身体运动。[106]同体育运动一样，劳动可以减轻人感受到的生活压力、降低人患有抑郁的几率，带给人更大的幸福感和心理健康。[107]劳动和体育运动都能优化人的前额叶脑区及与之关联的人脑功能网络（例如额顶控制网络、默认模式网络和皮质边缘系统）。通过劳动，可以改善人的注意力、抑制控制和工作记忆的能力，从而发展人的执行功能。[108]来自行为研究的结论表明，儿童在家玩玩具、做饭、做家务、做手工、玩拼图游戏等多样化的活动，让儿童有机会在活动中自主运用执行功能，可以帮助儿童发展自我导向的执行功能技能。[109]培养儿童的生活自理能力，让他们学会自己穿衣服、系鞋带、洗衣服、整理房间，也是促进他们执行功能发展的良好策略。[110][111]体力劳动对儿童的执行功能也有促进作用。对我国农村地区 1335 名儿童和青少年的抽样调查显示，他们的肌肉力量与执行功能存在关联。肌肉力量较高的儿童和青少年的执行功能反应时间较短，出现执行功能障碍的风险较低。[112]对江西省 1100 名 9-12 岁儿童的调查显示，较高的肌肉力量和肌肉耐力与较好的执行功能相关。[113]可见，让儿童从事力所能及的体力劳动，也有利于其执行功能的发展。

劳动所带来的增益是长远的。当热爱劳动成为一种生活习惯时，它对人的大脑网络的优化会使人受益终身。[114] 它不仅可以使人的大脑灰质长期保持较大的体积，不至于因衰老而缩小，[115]也可以通过改善神经效率等因素让老年人有更好的认知表现。[116]不过，重复性的简单劳动，会降低认知参与的需求，导致执行功能培养效果的下降。培养儿童多样化的兴趣，引导儿童从事不同的劳动活动，以及从事创造性的劳动，保障劳动的总时长，是劳动提升儿童执行功能的要点所在。

（5）艺术活动

同体力活动（包括体育运动与劳动）一样，艺术活动也被证明对人执行功能的发展具有促进作用。[117]不过，现有证据更多来自乐器训练。对相关文献的综合分析显示，乐器训练对儿童的执行功能发展具有明显的促进作用。[118]它可以使儿童的额叶、顶叶脑区具有更高的连通性，从而改善人的执行功能。[119]即便这种改善还未能从行为方面明显观察到时，脑成像技术也已观测到执行控制网络的改善。[120]这有利于与其它活动相结合，共同促进儿童执行功能的发展。类似于体育运动，乐器训练也呈现出不同的执行功能培养效果。钢琴、长笛、吉他、小号、萨克斯管训练对儿童的抑制控制与工作记忆有明显的益处。[121]演奏键盘口琴可促进儿童工作记忆的发展。[122]小提琴、中提琴、大提琴的练习则体现为儿童工作记忆与认知灵活性的增长。[123]

来自其它方面的证据较为稀少，但也有令人鼓舞的结论，涵盖艺术活动的诸多方面。有研究者分析了审美知觉和创意产生的共同神经功能基础，发现两者都与前辅助运动区皮层有关，这意味着自上而下的抑制控制在这两个认知过程中起到作用。[124]对中国书法练习者的脑成像研究，也发现了中国书法与执行功能的关联。中国书法的练习，需要兼顾每一笔的精确度、整幅作品的构成、书写的节奏和相关呼吸的配合，是一种复杂、困难的学习过程。对其长期训练，可以观察到执行功能抑制控制和工作记忆相关脑区神经网络的增强。[125]行为研究的结论还表明，针对执行功能三个核心子成分特点设计的街舞课程，在为期 8 周的训练后，可以全面促进儿童执行功能的发展。[126]

需要指出的是，上述研究结论并不是在重复性的单调训练中所获得的。这些活动取得明显的效果，得益于儿童不断学习新技巧时的认知参与。当儿童成功掌握技能后，即便是高强度训练背景下，重复性训练对儿童执行功能发展的促进作用也是令人怀疑的。

（6）课堂教学及作业

课堂教学是学校教育培养儿童执行功能的主阵地。其诸多方面均与促进儿童执行功能的发展相关联。从教学内容方面分析，执行功能与人的阅读、[127]写作、[128]计算、[129]问题解决等诸多学术技能相关。在课堂上运用这些学术技能的同时，也是对执行功能的锻炼。从培养目标方面分析，核心素养与执行功能具有天然的联系。作为人类一般智力差异的标志，[130]执行功能是元认知、创新思维、批判性思维、自我调节能力等高阶能力的重要组成，是核心素养的体现之一。以培养儿童核心素养为目标的课堂教学，有利于发展儿童的执行功能。从课堂师生互动方面分析，增加师生间的亲密程度、减少师生间的

正面冲突、师生共同创建课堂规则等，已被诸多研究所证实是有效的课堂干预方式。[131] 和谐的师生关系、生生关系可以弥补儿童执行功能相关脑区较弱的激活，促进儿童执行功能更好地发挥。[132]从课堂活动方式方面分析，其对执行功能的发展也有较大的促进作用。执行功能是产生顿悟的关键因素，背外侧前额叶皮层、角回、背侧前扣带回和楔前叶等脑区的活动，会随着顿悟加工水平的增加而增加。[133]当学生进行探究式学习时，在沉迷于探究的过程中，在灵活一闪的顿悟中，也会发展自己的执行功能。执行功能与探索行为有关联。有学者对与探索行为相关的 45 项脑科学研究进行分析，发现探索激活了与风险相关的背内侧前额叶皮层和前脑岛、与认知控制相关的背外侧前额叶皮层和额下回以及与运动处理相关的前运动皮层。[134]这说明执行功能是人类探索行为的重要支撑。学生长期进行探究，养成创新意识的过程，也促进了自身执行功能的发展。

虽然课堂教学的诸多方面与儿童的执行功能发展存在联系，这种关联并不是必然存在的。学科知识是体系化的，会随着学生年级的增长，难度不断增加。这意味着学生的执行功能也要随之增长，才能适应新的学习。当学生知识体系出现欠缺，跟不上教学进度时，也就难以在学习的过程中成功运用执行功能完成学习任务。这会形成一种负向循环。学生执行功能能力越低，越难掌握所需学习的知识与技能。知识与技能的欠缺又会让学生在新的学习过程中，越难应用执行功能掌握知识。如此循环往复，延缓了学生执行功能的发展，也导致其学业成就的明显下降。这正是儿童在幼儿园时被观察到具有较低的执行功能，便可以预测他们在未来的小学学习过程中会反复出现学习困难的原因所在。

当教师试图让学习行为向课外延伸时，作业便产生了。学生在完成作业的过程中，不断运用各种学术技能的同时，巩固了知识，也发展了自身的执行功能。即便是传统的完成试卷形式的作业，对儿童执行功能各组成要素的发展也有帮助。学生不断完成不同类型的题目（如英语完形填空，上一题是过去式语法，本题是将来时语法。学生要克制自己在本题不用过去时语法结构填空）锻炼了抑制控制能力；努力寻找解决问题的方法，尝试从不同角度解决问题，锻炼了认知灵活性；不断记忆大量题目的信息并加以对比，锻炼了工作记忆能力。作业是巩固知识，培养儿童执行功能的一种方式。当这种方式被过度使用时，便会成为作业负担。

（7）计算机认知训练

计算机认知训练是较早兴起的一类干预方法。学者们以实验室中用于检测儿童执行功能三个子成分水平的研究任务为基础，进一步优化，改编成计算机小程序，用于训练儿童的执行功能。大体可分为基于工作记忆能力训练的 N-back、形状回忆任务、点阵任务等 20 项训练任务，基于抑制控制能力训练的去与不去任务、停止任务、西蒙说任务等 11 项训练任务，基于认知灵活性能力训练的威斯康星卡片分类、维度变化卡分类任务、伦敦塔任务、灵活选题测试任务等 10 项训练任务。对计算机训练效果的系统分析显示，基于计算机的训练对儿童的执行功能有中等的影响，在近迁移的条件下，迁移效应为更明显。正常发育儿童在训练过程中有较大的提高，但训练程序中加入游戏元素会降低训练和迁移效果。[135]

最近几年学者们开始关注电子游戏对儿童执行功能的影响。有学者运用脑科学技术对 8-12 岁儿童玩电子游戏的情况进行了评估。游戏厂商出版的游戏大体可分为五类。第一类基于准确行动机制，玩家以准确而谨慎的方式做出一系列动作才能继续游戏。这些行为与注意力、冲动控制和信息理解等过程相关；第二类基于适时行动机制，玩家要在游戏中的事件所决定的特定时间内执行一项行动，行动的时机是最重要的。这种机制与工作记忆、选择性注意、决策、问题解决和感知有关；第三类基于模仿序列机制，玩家要再现游戏中先前（明确或隐含）显示的一系列操作程序。与此相关的过程是工作记忆、集中注意力和抑制控制；第四类基于模式学习机制，玩家需要根据游戏中的事件学习模式。在这种情况下，玩家使用选择性注意、计划、抑制控制和空间定向等过程来继续游戏；第五类基于逻辑谜题机制，玩家需要理解游戏中事件的逻辑才能继续游戏。在这种情况下，玩家使用注意力、工作记忆、抽象能力、信息处理能力、问题解决能力或抗干扰能力。通过分析儿童玩游戏时的脑阿尔法波（α 波）后，发现包含适时行动、模式学习和逻辑谜题机制的游戏（尤其是动作类游戏）有利于儿童执行功能的发展。[136]行为研究对此提供了相应证据，对《英雄联盟》（LOL）游戏玩家的研究发现，游戏玩家的认知灵活性与“排名百分位”呈正相关，[137]拥有越高认知灵活性的玩家越容易取得更高的排位名次。

需要注意的是，虽然诸多研究证明电子游戏对儿童执行功能具有促进作用，这一关联会随着游戏总时长的发展而出现翻转。游戏成瘾会导致与执行功能相关的前额下回脑区的激活降低，前扣带皮层、眶额皮质、背外侧前额叶皮层和运动前皮层脑区的灰质体积减少。一项对游戏成瘾者的脑科学研究表

明，与健康受试者相比，游戏成瘾者在主动抑制任务中出现的错误明显增多，意味着该功能出现了明显的损伤。[138]所以，严格控制儿童日常游戏时间是必要的。

（8）正念练习

正念练习是一种以接受为导向的，对自己当下情感体验的持续监控行为。当人们感受到困难或者不愉快时，正念练习提倡以温和的好奇心和兴趣来处理这些经历，接纳它们，而不是评判、压制或躲避。[139]正念练习可以调节人自身的注意力，增强身体的感觉，使自己保持乐观积极的心态。对正念的综合分析表明，练习正念可以改善人的执行功能。其增益，会随着练习时间时间的增长而增长。[140]有学者对 14 项有关正念干预的脑科学研究进行分析，发现 6 到 8 周的正念干预引发了与注意力、执行功能、情绪反应有关的脑神经网络功能连接的改善。[141]

正念练习的优势还在于其较好的干预效果。有学者对全球 179 项执行功能训练研究进行分析后发现,在诸多方法措施中，正念练习显示出较好的培养效果。[142]以正念原理为基础设计的训练课程，在幼儿园便可使用。一项对我国学龄前儿童的脑科学研究显示，为期五周、每周两次的正念训练，改善了他们的认知灵活性和工作记忆，减少了他们背外侧前额叶皮层的激活。[143]这也为幼教阶段发展儿童执行功能提供了一条新的路径。

3. 以作业训练为主的培养方式成为作业减负的重要阻力

3.1 作业训练会以执行功能为中介提升学生学业成就

作业训练是发展儿童执行功能的一种方式。例如行为研究表明，更高的阅读、写作频率对青少年执行功能的发展促进更大。[144]进一步的脑科学事件相关电位研究（ERP）发现，较高的阅读水平与神经效率的提高有关。神经效率的提高则表现在工作记忆能力的改善上。[145]

执行功能的改善，其本质是通过训练使执行功能相关脑区进一步模块化。它表现为执行功能相关脑区（如额叶、顶叶）内部联结的增强。[146][147][148]随着长期执行功能训练的开展，这一变化会更为明显。[149]这种脑区模块化的发展，不仅可以解释人类不同个体间执行功能的差异，[150] 也可以预测人的一般智力水平。[151]随着研究的深入，脑科学已经可以解释这种执行功能与智力的关系。脑功能成像研究表明，长期训练带来了大脑网络的优化，可以更好地完成各类具有挑战性的任务，其外在的可观测表现便是执行功能的改善与智力水平的提升。[152]所以，作业训练会改善儿童的执行功能（一般智力），又会以此为中介，提现到学业成就上。不过，这种执行功能介导的作业训练与学业成就的关系，会使增加作业量成为一种具有诱惑性的选择——依靠大量刷题，提升学习成绩。

3.2 传统测评方式难以甄别作业负担，导致监督机制出现漏洞

我国传统的测评方式是试卷检测。从小学的期末检测到中高考，都是这种形式的一种体现。它能够检测出学生间的智力差异，并以考试分数的形式呈现出来。但并不能检测出这种智力差异是否通过完成大量的作业来间接实现的。以考察核心素养为导向的试卷检测，也不能从根本扭转这种现象。执行功能不仅与阅读、写作、计算、推理、问题解决等诸多学术技能相关，也是元认知、创造性思维、批判性思维等高阶思维的重要组成。以试卷形式考查学生核心素养的过程，需要运用上述的学术技能与高阶思维。这意味着作业训练可以以执行功能为中介影响到考试成绩。随着作业训练量的增加，会取得更为明显的考试成绩上的进步。

但是，执行功能既不能等同于这些学术技能与高阶思维，也不能涵盖核心素养。在高阶思维与核心素养中，执行功能担任底层支撑能力的角色。例如，在元认知中，执行功能与元认知知识和元认知控制密切相关，但并不涉及反思过去或未来活动的元认知判断。[153]元认知判断能力的强弱影响到学生对个人表现的判断是否准确。[154]当学生此能力较弱时，学生易于高估自己的学习表现，不易改变自己的现有学习行为。此时，即便具备良好的元认知监控能力，对自己学习效率的提升帮助不大。再如《义务教育数学课程标准》所指出的核心素养之一——数据意识，强调的是对数据的意义和随机性的感悟。较好的执行功能所带来的较高推理能力和探索行为，可以支撑学生以更小的认知付出完成统计与概率领域的探究活动，从而掌握数据意识这一核心素养。但核心素养并不是通过执行功能训练所能直接提升的。在《义务教育数学课程标准》中，数据意识主要是指“对数据的意义和随机性的感悟”。也就是说，掌握了数据意识这一核心素养中数据分析的技能（如根据问题选择合适的统计图来表达数据），并不代表对数据意识这一核心素养有深刻的感悟。要形成数据意识，需要学生经历观察、猜测、收集信息、分析信息、合情推理的过程，积累数学基本活动经验。在经验与感悟的支撑下，养成用数据来说话的习惯。这样才有利于迁移运用到陌生情境中，自觉运用于今后的日常生产、生活、学习中。专注于让学生以大量完成课堂练习、家庭作业形式，提升学生的执行功能，发展学生的知识与技能，忽

略掉的正好是核心素养的核心部分。所以，通过大量的作业训练，并不能从真正意义上培养学生的素养和能力。这会让作业变成负担，培养出的也不是社会发展所需要的人才，理应受到批判。然而，不注重对执行功能的培养，又会走向另一个极端。会因为学习的过程缺少执行功能的必要支撑，导致学习效率的下滑。例如一项探究 9-12 岁儿童基于认知冲突开展学习活动的研究发现，虽然儿童发现自己猜测错误后会有惊讶的反应，但是这种惊讶反应与儿童修正自己的错误信念没有必然联系。只有那些具有较强执行功能的孩子，才能通过经历认知冲突改正自己的错误信念。[155]这意味着，当儿童执行功能较弱时，更难从诸多基于核心素养培养的教学策略中受益，最终体现为在核心素养测评成绩上的劣势。

3.3 随着社会的变迁，儿童执行功能培养需求问题日益外显

以知网检索结果为例，至 2023 年 9 月 6 日，以篇名检索“执行功能”，共有 1799 篇文献。在这些文献中，进一步以篇名检索“家庭教育”，未发现有讨论的文章。在这些文献中，查询第一作者或者独立作者所在单位是中小学的，仅有 5 篇文章。这说明，我国家长与教师对执行功能缺乏必要的了解。在此情形下，对于儿童执行功能的培养是被动的、无意识中进行的，依靠过去的传统开展的。当传统的根基随着社会的变迁出现消融时，执行功能培养需求问题便会显现出来。

（1）家庭教育发展与社会经济发展出现脱节

诸多家庭的因在和外在因素会制约儿童执行功能的发展，并与家庭收入具有内在的关联，故而一般将之归入家庭社会经济地位这一概念体系。多数研究以家庭收入、家长受教育水平（职业声望）和邻里质量等几个方面作为区分家庭社会经济地位高低的标准。诸多研究表明，家庭社会经济地位较高的家庭，其子女的执行功能相关脑区（如额叶、扣带回）表面积更大，[156]脑白质的完整性更高。[157]这也意味着这些孩子会具有更好的执行功能，取得更为优异的学业成就。

需要注意的是，家庭社会经济地位所带来的儿童执行功能差异，并非直接来源于其父母的基因、财力、学历。潜在的逻辑是，拥有更高学历的家长具有更多的收入，会运用更为科学的方法教育子女，也能为子女的教育投入更多的财力。脑科学的研究发现，家庭社会经济地位较低的家庭，如果父母再对子女冷漠不关心，则孩子表现出更差的认知表现。家庭社会经济地位较高的家庭，如果父母能够及时了解女子的行为和想法，并及时进行沟通和指导，则孩子会具有更大的认知改善。[158]行为研究对此提供了更多的证据，对我国 2010 年 25 个省份 14960 户家庭的调研数据显示，乡村学生更多依赖自己的学习，缺乏来自家长的支持，导致家庭社会经济地位对城市学生成绩的影响要大于对乡村学生的影响。[159]这说明，良好的家庭教育（如情感支持）对家庭社会经济地位具有正向的调节作用，[160]可以缓解低家庭社会经济地位对儿童执行功能所带来的负面影响。不良的家庭教育（如打骂、体罚）则起到相反作用，即使家庭具有较高的家庭社会经济地位，也会延缓儿童执行功能的发展。对于社区的研究，也有类似的结论。诸多研究有共同的发现，家庭收入、就业水平和教育水平较低的弱势社区，对儿童执行功能的发展有负面的影响。[161]如果这些社区的居民有普遍认同的道德规范、较高的社会凝聚力（可以互相帮助、能够互相信任）以及具备维护道德规范的意愿和行动力（能够指出社区内儿童的不当行为，并监督其改正），则能调节劣势社区所带来的负面作用。[162]

传统的对儿童执行功能的培养，便是通过家庭、社区这两种途径实现的。尽管上个世纪民众生活水平普遍较低、受教育程度不高，体现为较低的家庭社会经济地位，家庭与社区却可以为儿童执行功能的发展提供有效的支撑，降低这种负面影响。对于家庭，上世纪智能化家用电器的匮乏。对劳动力的需求，使儿童可以充分的参与家务劳动。电脑、智能手机尚未产生，娱乐方式较为单一，这也使儿童有充足的时间玩耍。劳动与玩耍，促进了儿童执行功能的发展。加之，民众对婚姻的观念较为保守，离婚率长期处于低位，父母分居、离异现象较少。家庭的健全对儿童的执行功能也具有保护作用。对于社区，上世纪流动人口量不高（如 1982 年，中国流动人口规模为 660 万人，到 2015 年达到 24700 万人的规模），[163]城市化水平相对较低（如 1982 年城市化率为 21.13%，到 2015 年达到 56.10%），[164]社会多元化尚处于起步阶段，社区内居民长期稳定不变，易于形成共同的道德规范（在乡村社区更为明显）。这在一定程度上也支撑了儿童执行功能的发展。

这种被动的、依靠传统的执行功能培养方式，阻碍了人们对执行功能培养必要性的察觉。随着社会经济的快速发展，智能化家用电器走进千家万户，把人们从繁杂的家务劳动中解放出来。这也减少儿童在生活中练习执行功能的时长。电脑、智能手机的普及，显著增加了儿童的屏幕使用时间，对儿童的执行功能产生了不利影响。例如，脑科学对网络社交的研究发现，网络社交平台的使用时间显著预测了顶内沟和背外侧前额叶皮层之间的功能连接强度。[165]使用时间越长，功能连接越弱，也就更为

明显的降低了儿童的执行功能。来自电子游戏成瘾的研究也显示，游戏成瘾会导致执行功能相关脑区的激活下降以及前扣带皮层、眶额皮质、背外侧前额叶皮层和运动前皮层脑区的灰质体积减少。这一结论得到了大规模调研数据的支撑。对 38 个国家 197439 名青少年的调查显示，每天超过两个小时的屏幕使用时间（包括看电视、使用电脑），会造成在学校表现的渐进式下降。[166]对广东省 579 名 5 岁儿童的调查表明，这些儿童平均每天屏幕使用时间达到 3.23 小时，远高于美国、澳大利亚和欧洲 5 岁儿童的 1.5-2.16 小时，造成了数学成绩、科学成绩、执行功能和社会技能的下降。[167]与此同时，家庭亲情对儿童执行功能的保护作用也正在降低。以离婚为例，国家统计局《中国统计年鉴》数据显示，1985 年我国离婚率为 0.44%，之后逐年上升，到 2020 年已经达到 3.09%，上升了 6 倍。父母离婚行为会对这些家庭孩子一生中的执行功能发展带来长远的不利影响。一项调查我国儿童期不良经历与成年晚期认知功能关系的研究表明，3301 名被试中 17 岁之前经历了父母分居或离异的个体，在成年晚期执行功能下降更快。[168]对儿童的过度关爱（溺爱）现象也应引起注意。2009 年上海社科院社会调查中心联合公布的《上海家庭关系状况研究》显示，随机抽样的上海市 2000 户有儿童的家庭中，23.1%的家庭对儿童“关爱不足”，29.6%的家庭展现为“关爱过度”。[169]对孩子溺爱的家庭已经超过了关爱不足家庭的比例。根据第七次全国人口普查（2020 年）数据，上海市人均受教育年限（11.81 年）仅次于北京市，位居全国第二，远高于全国平均值（9.91 年）。高学历水平是高家庭社会经济地位的特征，在以往的脑科学与行为研究中，多与更好的育子效果相对应。在如此前提下，抽样调查数据显示的“关爱不足”与“关爱过度”家庭的比例已然超过一半，在全国范围内不当养育现象的严重情况可想而知，应当引起重视。

来自社区的支持也在瓦解。人口流动的明显增加，加之城市化进程的加快、社会多元化思潮的兴起，人们习惯于以家庭为单位生活，邻里关系（熟悉、信任和互助）出现了明显的下降。[170]在传统培养模式瓦解的同时，家长的家庭教育方法并没有随之改善。北京大学儿童青少年卫生研究所 2005 年对 3577 名青少年的调查显示，74.8%的孩子在成长过程中遭受过家长虐待。[171]至 2020 年，数据并未明显好转。联合国儿童基金会 2016-2020 年“母子健康发展综合项目”对我国 10 个省份农村地区的抽样调查数据显示，在一个月内遭受家庭暴力管教的儿童达到了 72.6%。[172]

不当的家庭教育方法，放大了家庭社会经济地位所带来的儿童执行功能的差异。家庭社会经济地位较高的家庭在子女身上可以投入更多的资源（例如让孩子上教学质量更好的艺术培训班、辅导班，带孩子去全国各地旅行接触新鲜事物，雇佣专职保姆照看孩子），促进了这些儿童执行功能的发展。家庭社会经济地位较低的家庭，在子女身上投入资源本来不足，又没有掌握正确的教育子女的方法，各种劣势共同作用下，使孩子的执行功能得不到充分的发展。随着旧有执行功能培养体系的瓦解，这种现象会越发明显体现到学业成就的差异上。行为研究的结论与之相符。对我国 25 个省份 14960 户家庭的调研发现，从 2008 年到 2018 年，收入处于上 10%的家庭的孩子升入高中的概率平均上升了 5.3%，收入处于下 10%家庭的孩子升入高中的概率下降了 9.3%。呈现出一种“寒门难出贵子”的现象。[173]

通过上述分析，可以发现家庭教育发展与社会经济发展出现脱节。改革开放以来，我国社会生活发生了巨大的变化。经过 40 多年的发展，城镇化率已经从 1978 年的 17.92%增长到 2022 年的 65.22%，[174][175]走完了美国 100 年的路程（从 1860 年的 19.8%到 1960 年的 63.1%）。[176]快速的城镇化，也伴随着居民可支配收入的相应增长，[177]智能化家用电器走入千家万户，成为家庭生活不可或缺的组成部分。然而，快速发展的社会经济也带来了种种不协调，其中之一便是与缓慢发展的家庭教育之间的不协调。家庭传统的培养儿童执行功能的方法能够长期维系，是基于三点：第一，育人过程与家庭生产、生活相结合，满足家庭生产生活的需要。儿童跟随成人劳作，在家完成家务，承担家庭生产生活职责的过程中兼顾了自身执行功能的发展；第二，可供儿童选择的娱乐形式较少，同伴在一起玩耍成为其主要的娱乐活动。这个玩耍过程以体育活动的形式促进了自身执行功能的发展；第三，社区邻里关系和谐，具有共同的道德规范，在社区内的互动交往中以言传身教的形式传递中华民族传统美德（如勤劳、朴实），规范儿童行为，发展儿童的执行功能。可见，上个世纪家庭对儿童执行功能的培养，是传统生活方式的“副产物”。随着社会经济的快速发展，传统生活方式不断作出改变，家庭传统的培养儿童执行功能的方法开始崩塌，儿童执行功能培养需求逐渐显现出来。越来越多的儿童出现懒惰、学习能力弱、以自我为中心的现象。2017 年温州市教育局发布的《温州义务教育作业报告：基于 15 万份数据的调研》中显示，小学阶段学生完成作业“动作慢”成为作业负担的主要原因，近五成学生抄过作业。[178]儿童快速完成作业，不抄袭作业，需要努力控制自己的行为，具有较高的意志力。

这两者都与执行功能有关。前者属于执行功能的抑制控制能力，后者则可通过执行功能训练来有效提升。[179]所以，不良家庭教育方式所造成儿童执行功能发展的缓慢，会对学校教育进一步造成冲击。

（2）学校教育被动应对执行功能培养需求

学校对儿童执行功能的促进作用，在本文第 2 章已有讨论。学校的班级管理、课堂教学、课间活动、社团活动、课后作业等路径，均能促进儿童执行功能的发展。可以说，学生在学校的所有时段、所有活动，均具有促进其执行功能发展的可行性。然而，教师群体对执行功能缺乏了解，不具有主动培养的意识，使得学校各个环节对儿童执行功能的培养成为一种附带的效果，整体效率不高。

随着社会的发展，对公民的素养有了更高的要求。试卷测评也从传统的面向知识与技能的考察，转为考察学生的核心素养、解决现实问题的能力。新世纪这些转型，在表面上呈现为试卷难度加大，其本质却是需要儿童具备较之以往更高的执行功能，以支撑其掌握素养与能力。由于学校未具备主动培养儿童执行功能的意识，相应的转变是缓慢而反复的。家庭教育培养儿童执行功能能力的不断减弱加剧了问题的严重性，会导致学业成就两极分化日益明显、作业负担日趋加重等一系列现象。在学校具备主动培养儿童执行功能的意识前，上述问题变得难以调和。

课堂教学是学校教育的主阵地。针对提升教育教学质量问题，在各级教研、科研部门的组织研讨下，经过广大教师几十年的研究，形成了丰硕的研究成果。然而，这些成果多是以班级授课制为基础研发的，与执行功能培养需求不能很好的对应起来。其原因在于执行功能训练效果的复杂性。对于不同的群体，执行功能的训练效果是有差异的。随着训练时长的增加，不同群体训练效果的增长幅度也存在较大的区别。长期以来，对于执行功能训练会使哪些人受益，学者们进行了反复讨论，最终形成了两种假设。第一种是放大效应，即执行功能越好的个体拥有更有效的认知资源来掌握新的能力，所以在训练中受益越多。第二种是补偿效应，即执行功能越高的个体再进一步发展的空间较小，执行功能较弱的个体在训练中受益最大。[180]脑科学的研究发现，这两种效应都是存在的。执行功能越好的个体，大脑模块化程度越高，对于训练越发敏感。少量训练，便可以观测到大脑功能连接的改善。[181][182]但是，这些儿童已经具备较好的执行功能，进一步训练提升的空间并不大。执行功能较弱的个体，大脑模块化程度较低，对于训练并不敏感。需要投入更多的努力来改善他们的执行功能。经过长期努力，这些儿童的提升更为明显。[183][184]由于执行功能与学业成就是双向相关的，执行功能的差异可以外显为学业成就的差距。这意味着学优生更容易在课堂学习中受益，而经过一定强度的学习后，学困生的进步才会开始。充分的训练后，最终的收益才会更大。

虽然，学校教育历来重视智育，在课堂上教师培养儿童核心素养的同时，也会注重思维品质的训练。上述现象依然对统一教学进度的班级授课制提出了挑战。这个问题，首先在于班级内学生间的执行功能是有差异的。统一的教学进度，并不能保证所有的儿童在课堂学习过程中所思考的问题，对他自己而言是中等难度的。过难或过于简单的问题，都会减弱儿童脑内多巴胺的分泌，抑制儿童执行功能的发展。以学优生的学习能力为标准开展教学活动，则会导致中下游学生执行功能发展的困难，进一步转化为学业成就上的滞后。以学困生的学习能力为标准开展教学活动，则会占用大量的课堂教学时间用于执行功能训练，挤占培养核心素养的时间。其次，发展儿童执行功能是一个长期过程。第一，人的大脑（尤其是执行功能系统）虽具有可塑性，改善大脑的功能却需要长期的训练，[185]短期的干预的效果会随着时间的推移出现消退。[186]第二，执行功能培养需求不是一成不变的。随着年级的增长，掌握学术技能的难度逐渐加大。儿童执行功能也需随之发展，才能满足学习的需求。一旦学生的执行功能不能满足学习的需要，则表现为难以掌握知识与技能。如果不能及时干预，儿童会因为知识的缺陷，在之后学习中更难成功运用执行功能来掌握新的知识。这会产生级联效应，导致儿童知识掌握与执行功能发展的双重困难。

可见，班级授课制形式的课堂教学并不能很好的解决儿童执行功能培养问题（但班级授课制对于核心素养的培养体现出优势的一面）。在抓好课堂教学认知能力训练的同时，依靠学校其它环节（课间活动、社团活动、劳动、班级管理等）协助培养儿童的执行功能，减轻课堂教学的压力，是可行的办法。然而，缺乏执行功能培养意识，不注重方法的总结，依然会导致整体效率的低下。例如，不同类型的体育活动对执行功能子成分的培养效果各不相同，对体育活动的时长与强度也有要求。综合考虑以上要素，设计体育活动方案，保障儿童单次体育活动（中途不休息）的时长与强度，保障执行功能各子成分得到充分训练，才是体育活动发展儿童执行功能的正确途径。忽略一项或两项要素，则导致低效化或无效化。再如班级管理。尽管引导儿童主动的控制自己的冲动、约束自己的不当行为，对发展其执行功能有帮助。由于学校教师并不了解其内在原理，具体的培养过程中呈现简单化、粗暴化、

低效化的倾向。中国青年报社社会调查中心 2019 年对 1908 名中小学生家长的调查数据显示，75.2%的家长发现学校不允许学生课间玩耍。[187] 学生在教室内久坐，不仅不能从体育运动中获得执行功能的发展，对其身心健康也会造成负面的影响。[188]这种情况下，发展学生执行功能的压力会传递给作业。

（3）作业训练成为主要培养方式，阻碍减负的开展

相对于其它培养方式，作业训练最显著的特点是可以将执行成本压缩至极致。作业训练的题目可以从网络题库、试卷集中找到。监督完成作业的过程，可以压给家长。批改作业的过程可以转嫁给学生。由于学校教育、家庭教育缺乏主动培养执行功能的意识，试卷评测又不能很好的甄别，作业训练会依靠低成本逐渐挤压其它培养方式的生存空间，逐步发展成为主要培养方式。

在这个过程中，低成本作业训练的缺陷起到了“推波助澜”的作用。第一，作业训练是枯燥乏味的。儿童并不喜欢大量的作业，存在抵触心理。在完成作业时拖拖拉拉，效率不高。以极低成本运作的作业训练，并不尝试改变题目内容与形式，增加趣味性。其提升效率的策略，是以更大数量的作业挤占儿童的空闲时间，迫使儿童为了获得更多可自由支配的时间而努力完成作业。这种单一、无趣的认知训练形式，降低了学生对学习本身的兴趣。不少学生因此而放弃学习，出现了学业成就两极分化现象。第二，作业训练追求培养极限。遗传并不能解释全部的执行功能发展潜能。[189]过度训练，可以产生遗传因素之外的小幅度超额成长。问题在于，低成本的作业训练并不考虑儿童是否已达到自己的极限，而是通过不间断的饱和式训练压榨儿童潜能。这会带给儿童巨大的压力。特别是青春期的学生，对于压力更为敏感。[190]巨大的压力会导致免疫系统的失调[191]和执行功能的下降，使学生控制自身情绪时需要投入更多的认知努力，[192]也就较之以往更难控制自身的行为，从而容易患有抑郁症[193]和出现自残行为。[194] 而且，追求培养极限的行为还会导致作业负担向幼儿园、小学低年级延伸。以幼儿园学小学内容、小学一二年级学奥数的形式，加剧了低龄儿童的学习痛苦。

当作业训练成为主要培养方式后，便会成为作业减负的重要阻力。这是由于，家庭教育、学校教育缺乏主动培养儿童执行功能的意识，使作业训练发展成为发展儿童智力，提升学生学业成就的重要途径。不当的家庭教育方法，还与学校教育相互抵触，减弱学校教育的培养效能（例如，学校白天培养学生良好的习惯，家庭夜晚放纵孩子，弱化了习惯养成效果）。缺少干预手段的学校教育并不能有效缩小这种差异。随着年级不断升高，知识与学术技能难度相应增加，儿童需要不断提升自身执行功能才能顺利完成学科学习。面对这一不断增长的需求，大脑模块化程度更高的学优生也是最容易从学校教育中受益的。行为研究进一步提供了证据，对 18174 名儿童长期追踪显示，从幼儿园到小学二年级，执行功能越好的孩子在数学技能与执行功能方面发展越快。[195]与之相反，执行功能较弱的儿童，更易于陷入学习的困境。问题还在于幼儿园、小学低年级的学习对儿童执行功能要求不高。儿童执行功能的弱势，更多体现在外在行为（如多动、运动能力弱等）和内在行为（如易怒、共情能力弱）的问题。学校教师缺少必要知识，意识不到干预的必要性，容易错过早期干预阶段。等小学三年级开始，随着学习难度的加大，儿童执行功能的弱势开始呈现为学业成就的差异，进行干预会付出更高的成本。较弱的执行功能导致较差的知识与学术技能的掌握，较差的知识与学术技能的掌握又会影响执行功能的发展。在双重因素相互制约下，干预的成本会随着年级的增长，逐年递增。在这种情况下，弥补执行功能发展差异的需求，是通过课后的作业训练来实现的。大量的作业训练，巩固所学知识，发展儿童的执行功能，解决了儿童执行功能培养需求问题。但是作业训练的缺陷使其出现自我增长的趋势，在不加控制时会向饱和训练发展，最终成为作业负担，导致一系列的教育问题。若只是以控制作业量的形式减负，并不能长久的维持。

4. 以作为训练为主要培养方式产生了诸多与执行功能相关的严重问题

4.1 学生群体中出现高比例的近视率和抑郁率

久坐不动做作业，会导致近视率的上升和心理健康水平的下降。2000 年至 2019 年，我国进行的五次全国学生体质健康调研数据显示，学生近视率一直处于高位，且逐步上升。至 22 岁大学毕业，近视率达到 90%以上。相关调查显示，学生做作业、玩手机、打游戏是近视率居高不下的主要原因。[196][197]在这三个因素中，除了做作业外，玩游戏、打游戏已被诸多研究所证实会造成学生执行功能的下降。心理健康方面的数据也不乐观。中国科学院心理研究所发布的《中国国民心理健康发展报告（2019-2020）》数据显示，2020 年中国青少年的抑郁检出率为 24.6%。[198]人民日报健康客户端等多家媒体发布的《2022 国民抑郁症蓝皮书》中指出，18 岁以下抑郁症患者已占患者总数的 32%，学业压力已成为压在学生身上的一座大山。[199]青少年抑郁症与长期学业压力带来的执行功能下降密切相关。正因为执行功能的下降，使这些学生失去了对自己健康成长的保护。脑科学研究发现，经历长期压力会使脑

多巴胺、肾上腺素和皮质醇激活的神经通路失调，还会下调前额叶皮质对糖皮质激素受体的敏感性。所有这些都会导致执行功能缺陷。[200]这一结论也为行为研究所证实。有学者分析了与抑郁症患者认知障碍相关的 24 项研究，发现抑郁症患者在执行功能、记忆和注意力方面存在显著的中度认知缺陷，即便抑郁症状出现缓解，记忆能力开始恢复时，执行功能的中度缺陷依然存在。以执行功能水平下降为代表的认知障碍成为抑郁症的核心障碍。[201]青春期是一个心理、生理快速变化的时期，失去来自于自身执行功能保护的青少年抑郁症患者更容易出现自杀行为。有学者分析了 63 项关于自杀意念者和未遂者神经认知研究，发现最一致的是在抑郁的自杀未遂者中，发现了抑制、选择性注意力和决策的执行亚域以及工作记忆的缺陷。[202]调查数据的结论与此一致，国家卫生健康委员会发布的《中国卫生健康统计年鉴（2022）》数据显示，10-24 岁少年儿童自杀人数占总自杀人数的比率高于 25-39 岁的中青年。[203]这些研究，反复说明了通过大量的作业训练发展学生执行功能所带来的危害。过度依赖作业训练让学生难以忍受，反而会造成其执行功能的下降，引发抑郁与自杀行为。

4.2 学生群体体质健康水平明显下降

久坐不动做作业，缺乏体育锻炼，会使人肥胖，体质健康水平下降。2000 年至 2019，我国进行的五次全国学生体质健康调研数据显示，学生肥胖人数持续上升。诸多脑科学的研究表明，肥胖与学生执行功能的下降存在关联。有学者梳理了 72 项有关肥胖和超重个体的执行功能状况研究，发现超重个体存在抑制控制能力和工作记忆能力方面的缺陷，肥胖个体在执行功能上表现出广泛的损伤，涵盖执行功能三个核心成分及规划、决策等高级执行功能技能。[204]进一步的研究表明，即便短期的营养过剩也会对执行功能有负面影响。在肥胖发生之前，短期的营养过剩已经减弱了对胰岛素的中枢反应，改变了肠道微生物组的组成，并激活了炎症介质。肥胖或营养过剩会导致慢性和低度系统性炎症，最终从外周组织扩散到中枢神经系统（CNS）。[205]肥胖率的上升，是学生普遍体质下降的预警，也说明未能有效运用体育与劳动教育发展学生的执行功能。1985 年到 2014 年的连续六次全国学生体质健康调查数据显示，随着城市化进程的推进，自 1995 年起学生的身体素质逐步下降。1995 年也成为体重正常学生比例最高的一年。体质健康水平下降趋势在城市和农村学生群体中都存在。男生的下降幅度还要大于女生。[206]近年来，学生体质健康水平有所上升。2019 年第八次全国学生体质与健康调研数据显示，6-22 岁学生体质健康达标优良率为 23.8%。然而，整体形势依然严峻。2019 年对我国 80413 名学生的抽样调查数据显示，达到世界卫生组织肌肉强化运动（MSE）标准的学生只占调查总数的 39.3%，未到五分之二。多数学生未能坚持做到每周三天及以上达到 MSE 水平的体育运动。这一数据与西方国家相比仍有不小的差距。例如美国高中学 MSE 达标率可达 49.5%，在六年级学生中则达到了 84.4%。[207]这说明，对于我国大部分地区来说，应当进一步培养学生健康饮食习惯、提高学生身体活动时长、减轻学生学业压力。

4.3 阻碍我国从人口资源大国向人力资本强国的转型

以作业训练为执行功能主要培养方式，会导致大量学生达不到学业合格标准，阻碍我国从人口资源大国向人力资本强国的转型。尽管在学龄前儿童中便可发现执行功能的明显的差异，传递到学习成绩上，还是有一个延迟的过程。幼儿园、小学低年级的学习对儿童执行功能要求不高。儿童执行功能能力不强，更多外在表现为运动能力（粗大动作与精细动作）、语言能力、情绪控制能力、行为习惯等方面的弱势。小学三年级开始，随着学习科目的增多，学习难度的加大，儿童执行功能的弱势开始在考试成绩上明显显现出来。儿童执行功能较弱，上课注意力不集中，容易走神，也难以长时间集中精力思考问题，学不会所要掌握的核心素养与知识。这会形成一个逆向循环。课堂教学培养学生执行功能的本质，是让学生从事高水平的认知活动，在不断的、有质量的思考过中，锻炼自己的大脑，改善自己的大脑功能。学生学不会，意味着在今后的学习中难以有效融入课堂讨论环节，从教师、同学的交流中获得思维上的收益，减少了课堂学习中锻炼自己执行功能的时间。长期以往，自身执行功能发展水平与学业要求之间的差距会加大，学业成就逐渐下滑，达不到学业合格标准。

这种现象，并不利于我国的长远发展。当今世界，已处于人工智能时代的前夜，新技术带来了巨大的变革。例如 ChatGPT，虽然诞生只有一年多，已显示出蓬勃的生命力，造成大量传统行业（如美工）的衰退。可见，实现从人口资源大国向人力资本强国的转型，迫在眉睫。如果人工智能时代来临，我国长期存在大量低素质人口，难以适应快速变迁的、需要高技术能力支持的未来社会，找不到可以胜任的工作，将影响到我国向第二个百年奋斗目标前进的速度。

4.4 不利于对校园欺凌现象的防控

对于学习遇到困难的学生来说，通过完成大量作业提升执行功能的方法不再适用。他们的学业达

不到合格标准，也意味着更弱的执行功能，以及更容易陷入校园欺凌事件中，成为欺凌者和被欺凌者。

校园欺凌是全世界日益关注的问题，各国的调查数据均显示学校内存在大量的欺凌现象。2021-2022 年对山东省 17 个地市 8203 名高中生的抽样调查数据显示，欺凌受害率达到 11.59%。[208]对参与欺凌学生与被欺凌欺凌的调查显示，被欺凌的学生执行功能表现最低，参与欺凌的学生执行功能发现了下降现象，不参与欺凌的学生执行功能表现最好。参与欺凌的学生与未参与欺凌的学生在外化问题（攻击性行为、冒险行为）方面存在显著的差异。[209]这一调查得到了头发皮质醇与欺凌现象相关研究结论的支撑。对 659 名 11 岁儿童头发皮质醇的分析发现，参与欺凌学生与被欺凌学生都与较高的头发皮质醇有关，意味着他们的执行功能较弱。[210]另一项研究反社会行为与青少年额顶叶网络效率的脑科学研究表明，青少年出现攻击行为以及抽烟、喝酒等冒险行为，与脑额顶叶网络结构的变化有关。出现这些行为的学生脑额顶叶网络效率较低。[211]这说明，对于被欺凌的学生，应当加强执行功能干预，让他们面对欺凌时具有更多的灵活应对策略。对于参与欺凌的学生，应当加强习惯养成，从改变外化行为着手，提高他们的执行功能。

脑科学研究也表明，青春期早期学生具有更强的冲动性。如果部分学生执行功能较低，难以克制自身的冲动及有悖社会公德的想法，则易发生重大恶性事件，出现残酷杀害同学或奸淫女童等行为。这从另一个侧面也说明了提升全体学生执行功能的重要性。

4.5 对学生未来的社会生产、生活产生了冲击

大量学生达不到学业合格水准，具备较弱的执行功能，对他们未来的社会生产、生活产生了冲击。在冷执行功能方面，较弱的抑制控制能力会使人在工作过程中难以长时间维持注意力；较弱的认知灵活性会使人大脑反应迟缓不灵活，较难适应需要快速变化的工作环境；较弱的工作记忆则表现为难以记住工作中的必要信息（如老板的口头指示）。这都造成了工作效率的下降，给人一种工作懒散的印象。在热执行功能方面，与社交技能的相关性更强，涉及心理理论（TOM）、延迟满足、情感逆转学习等多个方面。[212]较弱的热执行功能会让人较难做到共情与理解他人感受，易沉溺于追逐眼前利益和快感而不喜欢做长远打算，容易做出冲动的行为，甚至杀死自己的幼子。一项对杀害幼子（包括婴儿）罪犯的行为研究表明，这些人的执行功能均低于正常人水平，且更有可能采取殴打、溺水等虐杀手段。[213]所以，我国近年来频繁出现的年轻夫妇因一时冲动杀害幼子现象，应引起足够的警惕。

执行功能还关联着众多的能力。前瞻记忆便是其一。前瞻记忆是指在未来某一恰当时间或情境中，记得完成先前计划好的事件或活动的记忆。执行功能的三个核心子成分均与之密切相关。[214]一项研究真实情境中前瞻记忆神经认知状况的研究表明，在完成任务的所有阶段都有执行功能的参与。[215]较弱的执行功能，会导致前瞻记忆等一系列能力的减弱。这会在关键时刻难以想到应该做的事情，例如机场调度失误造成空难、医务人员因疏漏造成医疗事故、把孩子遗忘在校车中等事故都与前瞻记忆任务失败有关。[216]这种“无心之失”会对人民的生命财产安全造成重大的损失。可见，发展全体学生的执行功能，尤其是学业成就较低的学生的执行功能，有其充分必要性。

5. 德智体美劳全面发展是减负的必然路径

5.1 弥补其它培养方式匮乏所带来的认知成长减益，驱动着作业总时长的增加

诸多的脑科学研究表明，有利因素会促进儿童执行功能的发展，不利因素会阻碍儿童执行功能的发展。这是一个加减法问题。两者叠加，有利因素与不利因素相互抵消之后，剩余的才是最终的效果。例如，有学者对比分析了 30 项空气污染物与儿童神经发育障碍的研究，发现暴露于含有等于或小于 2.5 微米颗粒物（PM2.5）或二氧化氮（NO_2）、多环芳烃（PAHs）的空气中，会明显损害儿童的执行功能。这并不意味着，长期处于污染环境中，儿童的执行功能必然会降低。通过其它方式弥补空气污染带来的认知损害，可以起到对儿童执行功能的保护作用。每天的 PM2.5 每增加 10 微克/立方米，个人就应该每天额外进行 13.6 分钟中等及以上强度的体育运动，才可抵消空气污染对人执行功能的负面影响。[217]对于久坐不动，也是如此。虽然学生的久坐行为丧失了通过体育、劳动、艺术等形式发展自己执行功能的机会，通过大量作业训练提升自身执行功能也可以弥补这些损失。对我国 700 名 10-15 岁青少年的调查显示，青少年的日常（尤其是周末）久坐做作业时长与他们的执行功能正相关。[218]西方有研究表明，做作业这类久坐行为的时长可以预测中学生未来 3 年的成绩。每天学习 1 小时的学生比每天学习不到 1 小时的学生，在未来取得了更好的成绩。[219]这意味着，作业训练可以弥补其它培养方式匮乏所带来的认知损失，并不会因为其它培养方式的“虚化”而必然降低学生执行功能的成长速度，造成学业成就的明显下滑。然而，作业训练成为发展学生执行功能的主要培养方式后，首先弥补的是其它培养方式“虚化”所带来的认知成长减益，其次弥补的是儿童无效活动（如网络成瘾、游

戏成瘾）所带来的执行功能损害。之后，才有作业训练所带来的增益。这会导致作业负担的不断增加，并形成了“作业负担绑架教育”的教育怪像——减轻作业负担导致教学质量明显下滑。

儿童劳动时长、运动时长、社交时长的减少，抑制了执行功能的发展，玩电脑、手机时长的增多，导致执行功能进一步下降。这都需通过大量的作业训练的方式来弥补，才能维持儿童的学业成就不下滑。这一需求不仅带来了作业总时长的增加，也意味着只是减轻作业总时长，并不能从根本上解决问题。作业总时长的减少，代表着通过做作业的方式训练学生执行功能总时长的减少，执行功能培养力度的下降。当以执行功能为中介传递到学业成就上时，学生的测试成绩也会下滑。作业量的减少与中高考成绩下滑结合起来，成为以往作业减负的“魔咒”。减轻作业负担导致地区性中高考成绩普遍降低，中高考成绩降低引发当地群众普遍不满，群众普遍不满推动严控作业负担政策的松绑，严控政策的松绑使作业负担井喷式恢复，作业负担的攀升又引发了诸多社会问题推动新一轮严控政策的颁布。这说明，严控作业总时长后，还应挖掘德育、体育、劳动教育、美育等方面培养儿童执行功能的潜能，提升学科课堂教学效率，才能长久的控制住作业负担的反弹。

5.2 发展儿童执行功能的本质是改善儿童的大脑功能，需要长期的大量努力

儿童执行功能的改善并非一个短期行为，需要长期的大量努力。发展儿童执行功能的本质是改善儿童的大脑功能。经过一段时间认知训练后，人脑神经系统会随之发生改变。一项脑科学研究对 23 名年轻人进行了为期 10 天的工作记忆训练，发现在年轻人中，训练增加了默认模式与额顶叶/显著性和视觉网络的分离。[220]另一项对 33 名 8-11 岁儿童进行了 4 周工作记忆训练的脑科学研究显示，训练后在静息态，儿童的右侧额顶叶网络和左侧枕皮质之间的连通性发生了显著变化，双侧额顶叶网络、顶叶上皮层和颞下皮层之间的连通性显著增强。[221]这两者都证明了，经过一段时间的认知训练，随着执行功能的提升，人脑在脑功能连接方面的改善。然而，对于青少年及儿童来说，发展其执行功能依然是一个长期而艰巨的任务。

少年儿童的大脑处于不断发育中，总体来说，大脑各脑区会随着年龄的发展逐渐模块化，脑区内部功能连接增多，左右脑相同位置的脑区在原有功能基础上，会根据任务的不同逐渐出现激活程度的差异（即脑网络偏侧化）。例如，一项研究儿童期社会情境反应的脑科学研究发现，在有执行功能控制需求的情况下，左脑前额叶皮层比右脑前额叶皮层有更多的激活。这一现象在年龄大的儿童中比年龄小的儿童更明显。在竞争情境下左脑前额叶皮层的激活水平高于合作情境，在合作和中性情境下右脑前额叶皮层的激活水平高于竞争情境。[222]大脑脑网络的偏侧化，是脑区专业化的标志，可以使脑区更高效的处理特定任务。学者们在对执行功能相关脑区的研究中，也发现了脑网络偏侧化现象。有学者对 346 项与抑制控制或推理能力（高级执行功能技能）相关的脑科学研究进行分析，发现左脑更多地参与了推理，右脑更多地参与了抑制控制。[223]在另一项研究中，有学者分析了 7 岁、11 岁和 17 岁学生与阅读能力相关的执行功能神经回路，发现阅读能力越强的儿童，他们的执行功能相关脑区有更多的左偏化激活。[224]不断培养儿童的执行功能，短期内会出现脑功能连接的改善。长期坚持，会加快脑网络偏侧化的发展。一项运用计算机技术训练 9-10 岁儿童抑制控制能力的脑科学研究发现，经过 5 周 25 次训练后，发现了与成人类似的壳核解剖结构的左偏。[225]一项运用神经反馈技术提升 18 -28 岁健康被试认知能力的脑科学研究发现，经过 10 周训练后在 N-back 执行功能检测任务中观测到了大脑半球的偏侧化激活的增强。[226]

可见，发展儿童执行功能是一个长期而艰巨的任务，需要付出大量的努力改善儿童的大脑功能。德智体美劳各个领域，任一领域出现培养的低效化现象，都会带给其它领域带来更大的培养压力。在有利因素和不利因素相互叠加后，使整体培养效果出现明显的下降，给作业负担反弹以可乘之机。所以，德智体美劳全面发展是减负的必然路径。充分挖掘德智体美劳各领域执行功能培养潜能，才能不出现短板，扎实有效地推进“双减”深化落实。

6.减轻作业负担的总体思路

6.1 德育为重，智育为先，五育并举推进减负

德智体美劳中，智育属于努力训练，其它四个领域属于轻松训练。有学者对 59 项与努力训练和轻松训练有关的脑成像研究进行分析，发现两者所激活的大脑神经系统存在差异。努力训练诱发的显著聚类（簇）位于额上回，而轻松训练诱发的显著聚类位于楔前叶、额中回和楔叶。努力训练诱发了脑多需求系统(MD)内的大多数大脑激活变化，而只有一半的轻松训练诱导的聚类位于多需求系统内。虽然轻松训练也会导致多需求系统的增强，但增强的区域与努力训练不同。与努力训练相比，轻松训练引起的显著聚类减少了 23%。这意味着努力训练的效果更为明显。并且，多需求系统的层次聚类可

分为“皮质亚组”、“组织者”、“工作者”三类。“组织者”集团中的区域更多地与规划和监控相关联，而“工作者”集团中的区域就像是根据任务需求动态招募的一组不同类型的工作人员，负责完成任务。努力训练引起的显著集群属于多需求网络的“组织者”集团，而轻松训练所引起的显著集群位于“工作者”集团，所以，努力训练与支持人类执行功能和智力的核心脑区关系更为密切。[227]

脑科学的上述研究表明，智育的地位无法替代。发展学生执行功能的过程中，不能简单的以其他四个领域代替智育。课堂教学需要以一贯制的注重提高课堂教学质量，发展学生核心素养，培养学生思维品质。脑科学的研究也表明，其他四个领域对发展学生执行功能也是有帮助的，其可以分担智育的压力。这个过程应当注意两点：第一，德育处于五育的首要地位。德育的重要性在于帮助学生树立远大理想，使其能够迎难而上，主动挑战困难，变被动的学习为主动学习。主动思考、主动探索，采取乐观积极的生活方式，才有利于个人一生的执行功能发展。第二，体力活动是减负的突破口。体力活动包括体育与劳动教育两个方面。首先，体力活动易于实施，执行成本低，便于推广。其次，体力活动可涵盖儿童日常生活的各个时间段，并可以与家庭生活（如家务劳动）结合起来。再者，体力活动易于监督，可从肥胖率、抑郁率、体质健康水平等方面监测落实情况。

6.2 依靠顶层设计，以逐渐收紧的趋势，长期抓实减负工作

作业负担是发展儿童执行功能需求的外在表现。解决内在根源，才是作业减负的可持续发展之路。它有两个方向：第一，系统构建多路径执行功能培养体系，激活德、智、体、美、劳的培养潜能。用多样化的培养方式涵盖儿童从家到学校的整个时间，确保执行功能培养的总时长是足够的。第二，改革评价体系，控制过度训练。过度训练虽具有效果，难以长期的保持。随着训练的结束，会出现快速的消退，并不利于儿童的长期发展。

实现这两个方向并不轻松，是一个长期的过程。中国社会的快速变迁，短时间内走过了西方百年路程，实现了民众的快速富裕。快速发展的过程也会带来种种不适应。具体到作业负担问题，是由家庭教育与学校教育对社会快速变迁的不适应造成的。

城镇化发展，使乡邻共同体逐渐瓦解。家用电器的普及，不再需要儿童参与家庭劳动。这导致儿童在家庭、社会应用自身执行功能的时间明显减少。另一方面，传统的学校教育，其目标是培养合格的流水线工人，并不要求其具有创新思维、核心素养，而是注重训练学生遵从纪律、能长时间保持工作状态。这一点，与作业训练并不冲突。能每天晚上不间断完成 4 个小时以上作业的学生，也能满足纪律和工作状态的要求。21 世纪教育与之相反，其目的是培养全面发展的、能够适应未来社会快速变迁的公民，也就要求学生具备更高的执行功能。然而转型之路并不顺利。由于作业训练能够以学生执行功能为中介，影响核心素养、创新思维等多种能力，使基于核心素养的评测指标钝化。教育整体构架（家庭教育、学校教育、社会教育的结合）的转变显得缓慢且惯性强大。

所以，作业减负，不能等待社会的自我调节，需要依靠顶层设计来进行干预。社会的自我调节，其本质是民众观点的改变及社会相应支撑行业的成熟(如家庭教育服务行业)。这既是一个长期转变的过程，也会不断出现反复。通过顶层设计进行干预，可以帮助社会更好、更平稳地完成自我调节，提升民众的满意度。在这个过程中，不宜一步到位，而应小步前进、逐步收紧。作业训练掩盖了家庭教育与学校教育太多的问题。在控制作业量的过程中，这些问题会逐渐在家庭教育和学校教育中暴露出来。一步到位导致问题的集中爆发，会引起民众对“双减”的强烈不满，从而阻碍减负的推行。再者，一步到位也不利于家庭与学校进行调整。与目标差距过大，会导致两者的“习得性无助”，失去跟随“双减”的内驱力。故而，逐步收紧的策略更为可靠。先求其形，再求其实。先通过政策宣传，让“双减”深入人心，然后逐年抓紧“双减”工作。从一个小问题（如开齐开全课程）到一个小问题（开好课程）的逐一抓实。

7. 以发展学生执行功能为导向的作业减负策略

执行功能在人的婴儿期便可以观测到，从幼儿到青春期一直在快速的发展。所以下面的方法策略适用于初中、小学、幼儿园及以下年龄段儿童（1-14 岁）。

7.1 宣传脑科学成果，使广大教师、家长了解教育理念的边界，避免内耗

目前，学校教师及家长对于执行功能这一概念的了解并不多。对知网、万方、维普三个数据库，以“执行功能”为关键词进行检索，在检索结果中分别对篇名含有“家庭教育”、“德育”、“智育”、“体育”、“美育”、“劳动”的文献进行梳理。结果显示，只有体育有一定的研究，家庭教育、德育、美育、劳动教育等方面相关文章甚少。进一步分析知网与体育相关的 46 篇文献，其中 3 篇文献作者中有中小学教师，1 篇文献第一个作者是中小学教师。在百度搜索引擎并行检索“家庭教育”与“执

行功能”两个关键词，并未找到相关网页。

对执行功能等脑科学的研究结论缺少必要的了解，使得教师、家长难于分辨诸多教育理念的边界，会对“貌似冲突”实则“有机统一”的多种教育理念，感到无所适从。例如，“快乐学习”与“规则意识养成”便是一组这样的理念。经过教育人几十年的宣传，“让孩子自由快乐的成长”已经深入人心，成为不需要多做争论的事情。“快乐学习”对于保护儿童的好奇心，发展儿童的学习兴趣等方面有积极的作用。在快乐学习的同时，也需要渗透规则意识养成，培养儿童良好的行为习惯。如果放任儿童成长，则会造成负面效果。从执行功能这一概念进行分析，对儿童不管不顾，其实质是放弃了干预措施，放大了儿童间执行功能的差异。这不仅会让这些儿童取得更低的学业成就，也会难以控制自己的原始冲动，在无意中产生诸多破坏行为，体现为一种“熊孩子现象”。可见，需要向教师、家长普及脑科学基本知识及相关研究结论，引导教师及家长基于脑科学研究结论，多角度、多方位看待教育理念。辩证的将多种教育理念有机统一起来，避免陷入内耗。

7.2 引导教师、家长理性看待作业负担问题，提倡有效率的学习

大量的低成本作业训练，虽然能够通过执行功能的提升，外显为儿童智商的改善、学业成就的上升，其并不能涵盖核心素养。在以考察核心素养为导向的中考、高考中，通过大量的低成本作业训练取得的考试成绩的上升，发展空间是有限的。其原因有两点：第一，执行功能具有很强的遗传性。人的绝大部分执行功能发展潜力，已经由基因所锁定。[228]尽管过度训练可以产生遗传因素之外的小幅度超额成长，其提升空间并不大。执行功能天赋较差的儿童，并不能通过作业训练成为天赋异禀的儿童。第二，一天中可用于学习的时间是有限的。专注于作业训练会忽视儿童核心素养的发展。当中、高考试题灵活多变，较少有现成的解题模式参考解答时，通过作业训练取得考试成绩的效果便会减弱。

所以，应当引导教师、家长理性看待作业负担问题。作业负担是由于作业训练成为执行功能主要培养方式所造成的。在控制作业量基础上，还要提倡有效率的学习。它分为三个方面。第一，在家庭和学校，通过体育活动、艺术活动、劳动（包括家务劳动）等多样化的执行功能培养路径，发展儿童（特别是执行功能较弱的儿童）执行功能，使儿童的执行功能可以达到不太费力的掌握所学年级的知识与学术技能的水平。第二，在课堂教学和完成作业时，将长期任务分解为阶段性中等难度小任务，既保持任务的一定难度，又不会让儿童产生畏难情绪，促进儿童多巴胺的分泌，从而激发学生学习兴趣，可以主动的、而不是被家长、教师所逼迫的挑战有难度的学习任务，在高效学习的过程中发展自身执行功能。例如教会学生自我管理的能力。在完成作业前，根据作业数量，提前规划好完成作业的总时长及完成每门课作业的时长。尽自己最大努力去按照既定目标完成作业。高效、高质完成作业后，剩余时间去从事自己感兴趣的有积极意义活动（如阅读、体育活动、休闲活动等）。这两者都可以发展儿童的执行功能，也保障了执行功能培养具有足够的时长。做到“学时痛痛快快的学，玩时痛痛快快的玩”。第三，培养儿童的远大理想，引导儿童将对学科学习的兴趣拓展为一种对待学习与生活的积极向上的处世态度。[229]这样儿童会保持更为积极的进取心，喜欢有挑战的学习，采取健康的生活方式，进一步支撑执行功能的发展，[230]实现整个执行功能发展过程的闭环。

7.3 以《家庭教育促进法》相关内容为基础培训家长，进行正念训练，建立帮扶机制

不良的家庭教育会抑制儿童的发展。研究发现，不同家庭的儿童自出生到 6 岁，所接触的词语有 3000 万字的差距。[231]这种词语接触量的不同会影响到儿童大脑的灰质和白质的发育，从而外显为儿童间执行功能的差异。当这种差异过大时，是学校教育所难以弥补的。所以，做好家庭教育培训是减负顺利开展的保障。

家庭教育发展儿童执行功能的方法，在《中华人民共和国家庭教育促进法》第二章十五、十六、十七条中有详细的论述。树立崇高理想、养成良好品行、培养广泛的兴趣、提倡体育运动、保障充足睡眠、提高自理能力和养成劳动习惯、构建积极的家庭环境等方面均是发展儿童执行功能的良好方法。可以采取举办家长学校、亲子共育沙龙等多样化形式，开展培训活动。使家长了解家庭教育能够促进儿童执行功能发展，提升儿童学业成就，明白家庭教育培养儿童执行功能的具体方法。

家长采取正念养育，可将上述执行功能培养方法更好地落实于家庭中。正念养育是一种亲子互动的技能，它主张在亲子互动过程中要不断练习自我调节和共情能力，关注互动的质量，应当带着积极的情感，全身心的注意倾听儿童的表达，非批判性的接受儿童所说的事情。[232]正念养育可以增强亲子关系，减少儿童的内化问题（如抑郁、焦虑）和外化问题（如亲子冲突），提升儿童自尊心及社会适应能力和情绪调节能力。[233]在这种情况下，儿童也更愿意接受家长的建议。家长正念养育技能并不受先天因素所限制，是可以通过训练提升的。脑成像研究显示，通过 8 周的训练课程，提高了家长左侧

后脑岛对负面情绪刺激的反应能力，并改变了自我参照、行为调节和社会情绪处理相关区域的静息状态功能连接，从而促进了正念养育行为的增加。[234]可见，对家长的培训，不仅要让家长明白道理，还需要进行足够时长的正念练习，使好的方法可以落实到家庭教育中。

建立帮扶机制也是必要的。原生家庭对儿童的影响是巨大的。具有较低执行功能的父母不善于养育子女，其负面的言传身教（如经常吵架、威胁）和不良习惯养成（如生活作息混乱），阻碍了子女执行功能的发展，使其子女执行功能水平也普遍较低，形成了执行功能代际遗传。[235][236][237] 这意味着越是需要改善执行功能的儿童，其家庭越是缺乏改变现状的能力。即便家长知道怎么去做，也难以长久的坚持。毕竟改变本身即需要执行功能的支撑。探索帮扶机制是提升此类家庭家庭教育效能的重点。需要分步实施、小步前进，逐渐改变家长的习惯。在这一过程，切忌大包大揽、操之过急。执行功能较弱的家长，已经习惯于自己的生活方式，也不具备快速改变的意愿和能力。要求过高，会导致家长做表面文章应付了事。若要再从严要求，让家长避无可避，则会激发不满情绪，增加投诉数量，降低了民众对教育的满意度。反而让地方教育行政部门束手束脚，使改革退缩回起点。所以，起步阶段，帮扶机制需要建立在家长明晓缘由、自愿参与的基础上，在其能力可承受范围内逐渐改变。随着活动的开展，社会舆论形成正面导向后，逐步扩大参与面。

家庭教育的潜力是巨大的。即便婴儿尚未出生，也会受到家庭因素的影响。有学者对 14 项孕期饮食质量与儿童执行功能发育障碍的研究进行分析，发现孕妇在怀孕期间喜欢吃超加工视频和高油高糖食品，会对将来孩子的认知发育不利。[238]也有研究发现，婴幼儿 2 岁时的执行功能已经可以预测他们 5 岁时的数学和识字能力。[239]“不让孩子输在起跑线上”，并不意味着要提前学习。从小开发儿童的执行功能潜能，让他们养成勤于动手、善于动脑的习惯，更为重要。

7.4 以脑科学研究结论为指导，提升学校教育教学质量

7.4.1 优化学校教育各环节执行功能培养方法

学校教育各环节发展儿童执行功能的潜能是巨大的，可以涵盖儿童从早晨到校到下午离校的整个时段。为提升教育教育质量，经过长期的实践探索，学校教育各环节对促进儿童执行功能发展已形成了自己的经验。例如在学校管理方面，树立良好的校风校纪，构建积极向上的班级文化，形成平等和谐的师生关系；在课堂教学方面，引导学生深度思考，开展互帮互助的合作学习，培养学生阅读的习惯；在课间活动方面，确保每天在校一小时体育运动时间；在艺术活动方面，开展丰富多彩的艺术节活动；在社团活动方面，提供了系统化的校本课程。这些都是促进儿童执行功能发展的良好策略。但是，由于学校教师对执行功能这一概念并不了解，缺乏主动培养执行功能的意识，使得各领域的育人方法处于“单打独斗”状态，难以形成合力，给予作业负担以可乘之机。

课堂教学作为学校教育的主阵地，现阶段的改革方向是落实单元整体设计。从大观念、大单元视角，整合学科知识，形成体系化结构。通过“教学评一致性”理念，逐层分解确定课时目标及课时流程。力求使学生在学习过程中“既见树木又见森林”，不再割裂的看待知识，而是从学科体系的高度理解所学知识，从而更好地掌握核心素养。从这一点看，单元整体设计与执行功能培养并不冲突。单元整体设计决定一节课的流程。在课时流程中，还可以根据执行功能三个子成分的特点，确定本课培养学生执行功能的具体方法。例如，小学数学《乘法分配律》一课。让学生根据多个等式用自己的语言总结乘法分配律的规律。学生在头脑中思考分析的过程培养了工作记忆能力。在辨析对错题目时，加入与乘法结合律类似的错误题型(如（24+6）×5=24×6×24×5)。学生不断辩论对错的过程，控制住运用乘法结合律解题的冲动，则培养了抑制控制能力。提供灵活多变的变式练习和提倡一个问题从多个角度思考，培养了学生的认知灵活性。执行功能的培养比传统的智力训练范围更广，可以渗透到课堂教学的方方面面。以工作记忆能力培养为例。教师或者学生表达了一个观点，让其他听懂的学生重复一遍；解决问题时，让学生看明白想明白再写，不要在解题过程中反复看条件；课后总结时，让学生尽可能多的说出自己学到的知识，尽量不要与别人重复……这其中不少方法，已被一线教师在长期实践中所发掘，由于说不清内在原理，其运用是零散的、割裂的。以脑科学研究结论为指导，优化课堂教学培养儿童执行功能的方法，不仅有较大提升空间，也是必要的，它可以较好的将课堂教学中的核心素养培养与认知能力训练有机统一起来。

体育活动与艺术活动已被学校所重视。每年学校都会通过举办体育节、艺术节的形式推动体育、艺术活动在学校的开展。其问题在于，目前研究表明多数体育与艺术活动并不能培养执行功能所有的子成分，其对一个或两个执行功能子成分的发展才有明显的促进作用。需要学校根据相关研究，统筹安排体育活动和艺术活动，兼顾到抑制控制、工作记忆、认知灵活性三个子成分的培养。这个问题也

可以根据相应活动的特点，针对其所不善培养的执行功能子项目，在活动实施过程中重点加以弥补。例如花样跳绳对儿童的工作记忆与认知灵活性有明显的促进作用，并不善于培养儿童的抑制控制。可以根据 stroop 任务范式设计培养抑制控制的环节。比如，刚开展活动时，以“开始”作为活动开始的口令，以“停止”作为活动停止的口令。教师随机喊口令，学生根据口令决定是否停止活动。运动一定时间后转换指令，以“停止”作为活动开始的口令，以“开始”作为活动停止的口令。随着学生逐渐适应，应当加大花样跳绳与抑制控制任务的难度，促进学生执行功能的发展。

来自劳动的证据相对较少，但已经揭示短时劳动和简单重复性劳动对儿童执行功能发展的低效率。这意味着两点：第一，对于基础性劳动，教师应尽可能多的给每一个学生提供劳动的机会，例如打扫校园卫生、负责班级管理（擦黑板、管理图书等）、参加学校劳动实践基地活动。应当培养学生劳动的意识，给予学生适时指导，尽量让学生自我发现劳动中的问题并加以改正，最终做到学生能够主动、高质量的完成劳动任务。还要定期更换学生的劳动分工或提供新的劳动方式（如参加多形式的社区劳动或校外劳动等），避免熟练应对劳动任务后所带来的培养效果下降。在基础性劳动中，应注重保障劳动的时长。切忌以短时（20 分钟以内）参与形式开展基础性劳动。第二，进行多样化的创造性劳动。例如用旧报纸制作装饰品，开展时装走秀活动，或者利用废物物品进行变废为宝小制作，又或者开设厨艺课程，制作富有创造性的小甜点。这些方法都是创造性劳动的组成。需要注意的是，在创造性劳动中教师应让学生经历探索的过程，激发学生的创新欲望，鼓励学生创作富有想象力的作品。这是由于人脑七大功能网络中，人的创造能力基于默认网络和执行功能所在的执行控制网络。[240]这两个网络随着儿童的成长是逐渐隔离的。当进行创造性认知活动时，人脑会同时激活这两个网络。鉴于之前两个脑网络的不断隔离，这一过程并不轻松。脑成像研究发现，高创造力情况下，人脑对这两个脑网络的激活更大。低创造力情况则在更多激活了与习惯反应有关的脑区。这意味着人脑是在用先前的经验解决问题。[241]从这一点可以看出，短期的缺乏不断思考创新的创造性劳动对儿童执行功能和创新能力发展的帮助并不大。其劳动强度又低于基础性劳动，会使劳动教育形式化、低效化。

做好德育是落实“双减”的重要前提。落实《中小学德育工作手册实施指南》提出的四大学段目标（培养基本行为习惯、养成良好行为习惯、形成社会规范意识、形成正确的世界观），对发展儿童的执行功能的抑制控制子成分具有促进作用。这一子成分对学生的成绩有长远的影响。研究显示，这项能力的强弱，甚至可以解释我国高中学生学业成绩的差异。[242]德育更大的作用在于通过班会、学科渗透等方式，引导学生形成一种积极正向的处世态度，可以主动完成有挑战性的任务，喜欢在学习中进行探索，在日常生活中从事多样化的、有积极意义的活动。这样发展儿童执行功能，就从外力驱动开始向内在驱动转型。儿童主动发展自身的执行功能，对其未来几十年的职业生涯与心理健康状况有巨大的意义。可见，引导学生形成一种积极正向的处世态度，是德育促进“双减”落实的关键所在。

以脑科学研究结论为指导，优化学校教育各环节执行功能培养方法，还在于能够将学校的已有活动从脑科学的视角进行解读，进一步揭示其内在原理，从而有针对性的改进，提升育人效能。例如，研究发现正念训练对儿童的执行功能发展有明显的促进作用。可以将正念理念嵌入学校活动中。在学校组织的各种节日活动中，引领学生感悟“春之花，夏之虫，秋之月，冬之雪”。学生全身心体验的过程也是在进行正念练习的过程。

7.4.2 建设“人人做好、层次化提升”的学校特色项目

发展儿童执行功能的方式是多样化的。由于教师并不了解执行功能这一概念，也就缺乏根据执行功能子概念设计活动方案的能力。构建德、智、体、美、劳多维融合培养体系，全面发展儿童的执行功能，是一个长期的、艰巨的任务。在此前提下，集中学校力量先办好一个项目，既可以起到减负的效果，又可以培训学校教师，为构建多维融合培养体系积累经验，总体来看是一个可行的策略。

执行功能的培养方式众多，阅读、数学思维训练、棋类活动、纸牌游戏、折纸、玩魔方、弹奏乐器、跑步、游泳、球类运动、跳绳、踢毽子等多样化的活动，均能促进儿童执行功能的发展。这也给学校带来更多的选择。可以根据学校情况灵活选择适合自己学校校情的特色项目。

建设学校特色项目需要遵循两个原则：第一，人人做好，即要让每一个学生都能认真去做，能展示自己的学习成果。确保执行功能的培养落实到每个孩子身上，杜绝遗漏现象。以一个学校特色项目实现减少儿童间执行功能的差异的目标，在执行功能较弱的儿童身上，要付出极大的努力。人人做好，应注重学习困难儿童要做好。成果展示，也应注重观察学习困难儿童的进步情况。第二，层次化提升。学习一种技艺、一门学问，是一个从不熟练到熟练的过程。对于特定任务，通过不断练习，人脑的认知负荷会明显降低，此时培养学生执行功能效果下降。随着儿童的适应，需要不断变化活动形式，提

升任务难度，确保始终能带给学生中等程度的认知挑战。

建立特色学校项目，并不与已有的校本课程体系相冲突，而是一种兼容策略。建设校本课程体系无疑是促进学生全面发展的最佳方法。但是，长期以来校本课程对于学生学业成就的促进作用并未从脑科学角度得到充分的解读。在具体落实过程中，存在对学习困难儿童重视不够的现象。例如从执行功能视角，可知学优生并非只在学习成绩上优异，还会因个人多元智能能力的差异，提现到艺术、口才、体育等方面，学困生亦并非只在学习成绩上困难，也会因为个人多元智能能力的差异，在多个方面出现弱势。小学阶段还不会系鞋带的孩子（精细动作能力弱），学习也会反复遇到困难。在校本活动中平等对待每一个孩子还是不够的。这些学生需要得到更多关注才可以转变。学习困难儿童亦有特长。体育与艺术方面的天赋最容易显露出来。如果针对这些孩子的天赋进行一般性训练，对他们的帮助已然不大。在校本课程体系中的每一门课程设计层次性提升的活动，需要巨大的工作量。这对于部分学校来说，短期内是不显示的。集中学校力量开展特色项目较为合适。对于有余力的学校，则应当坚持发挥校本课程体系的作用，促进儿童的全民发展。

7.4.3 建立 3-8 岁儿童执行功能发展监督机制

3-8 岁的儿童经历幼儿园和小学低年级的学习过程。由于早期学习对儿童执行功能需求不高，儿童较弱的执行功能较难以学业成就的形式外显。从三年级开始发现儿童学业成就的差异越发明显时，已错过了最佳干预期。之后，随着年级的增长，在较低的执行功能与知识掌握困难的双重影响下，干预的代价不断上升。所以，在儿童早期建立执行功能发展监督机制具有重要的意义，可以及时发现执行功能较弱的儿童，并进行针对性指导。

在幼儿园关注的重点是儿童的感觉运动皮层发展状况，其次是情绪异常（如易怒、抑郁）。其原因在于人的不同大脑皮层，发展速度并不相同。感觉运动系统发育最早，在儿童期便已成熟，更高阶的皮层在青春期还在发育。[243]作为最早成熟的皮层，完善的感觉运动系统对儿童执行功能的发展起到支撑作用，是其良好发展的必要前提。[244][245]如果儿童在听觉、视觉、触觉、味觉和嗅觉刺激等方面表现出异常，出现感觉统合失调（反应强度过高或者过低），应当及时进行行为干预。儿童的情绪异常与儿童的冷热执行功能有密切的关联。此方面问题可通过心智工具、情绪疏导等方式，逐步引导儿童调节自己的情绪。小学入学准备期是关键点。学校应对新生情况进行了解，及时发现此方面尚存在问题的儿童，建立档案，长期关注，重点干预。确保在儿童感觉运动皮层发育完善前加以弥补，避免感觉运动能力的问题内化为儿童执行功能的问题。

小学低年级重点关注儿童的行为习惯养成表现。对于出现外化消极行为（如破坏规则、攻击他人）和内化消极行为（如抑郁、焦虑）的儿童以及良好习惯养成缓慢的儿童，建立档案，进行跟进式辅导。

7.5 提倡多元化评价，保障考试合格率，将学生近视率、心理和体质健康状况作为监测指标

发展学生执行功能并不能等同于培养核心素养，大量作业训练也只能产生遗传因素之外的小幅度超额成长。这说明，在以考察核心素养为导向的评测中（如中高考），靠大量作业训练取得超过自己天赋的成绩是困难的。这种增幅较小，也会随着之后练习的减少而快速衰退，对于之后学习和漫长的职业生涯没有意义。随着中、高考试题每年的变化幅度增加，较少有现成的解题模式参考解答，通过作业训练取得考试成绩的效果会进一步减弱，对大量作业训练的行为起到了较好的抑制作用。不过，从另一个视角分析，基于核心素养的评测对甄别大量作业训练现象依然乏力。人的天赋是不同的，依靠一个标准的成绩，并不能说明这是大量作业训练取得的，还是培养核心素养得到的。这种现象，在小学更为严重。小学整体知识量有限，学生整体认知水平不高，限制了评测中问题新颖性程度。越是考察有解题模式可以参考的问题，作业训练取得的效果越是明显。所以，采取多样化评价是必要的。

但是，保障学生考试合格率还是应当放在首位。前文已经论述，学生较弱的执行功能会带来适应未来社会发展能力不强等一系列问题。基于核心素养的试卷考核虽然不能很好地甄别较好的执行功能是如何培养的，却能够很好地甄别出具有较差执行功能的学生。由于学业成就与执行功能具有双向关系，当学生学业成就较低时，也往往意味着他们的执行功能较弱。所以，学生考试合格率可以作为核心素养培养效果的衡量标准。

学生在做作业过程中，长时间、同角度、等近距离用眼，会导致近视加剧，[246]这是作业负担的第一个敏感指标。虽然，长时间玩游戏机、上网、看电视，使用手机、电脑等电子产品，也会引起近视，降低学生的执行功能，但是从另一个方面看来，这也是家庭教育的失职，未能引导学生采取更健康的生活方式，需要改正。所以，近视率可以作为作业负担的第一个监测指标。完成大量作业，虽然可以提升学生执行功能，但是会降低学生的心理健康水平。这是作业训练与其他执行功能培养方式明显的

外在区别。例如，大量研究证明了长时间体育运动对儿童心理健康的保护作用。并未发现因体育运动导致学生心理健康水平下降的案例。所以，学生心理健康水平（尤其是抑郁率），可以作为第二个监测指标。大量研究证明，学生的体适能与执行功能相关。较强的身体素质与较好的执行功能有关。肥胖则会降低学生的执行功能，损害学生相关脑区。所以，学生体质健康水平（尤其是肥胖率）可以作为第三个监测指标。

所以，我国学生的近视率、肥胖、抑郁等情况的变化指数，可以说明学生执行功能的发展状况。当教学质量相对稳定时，哪一个地区学生近视率下降了、肥胖率减少了、抑郁率降低了，则说明该地区扎实有效的深入推进“双减”政策的落实了。

这样，作业负担就成为了一个伪命题。过去作业负担屡屡反弹，是由于缺乏合适的监测指标，造成德智体美劳全面发展落实不扎实。这种不扎实，则以作业负担反弹的形式表现出来。现在，有了简单易行的监测指标，可以从过去的被动防御转变为现在的主动调控，我国教育将从被动的防“作业负担反弹”转变为主动的推进“全方位育人”，培养合格的社会主义建设者和接班人。

以上述三者为监测指标，可以建立从幼儿园到中学的监督体系，涵盖诸多领域。例如，从幼儿园的自主游戏、习惯养成，再到学校的课堂教学、阳光体育大课间、班级管理、学校管理、社团活动等等，都可以用执行功能原理来评价。还可以涵盖幼小衔接、初小衔接。在过去，各领域都有自己的理论体系、概念体系、衡量标准，难以形成合力。以其作为监测指标，并不否认这些理论、概念、标准，而是侧重于考察具体方法策略对提升学生智力（执行功能）的促进作用。

监测方法并不繁琐，执行成本不高。宏观层面是看教学质量相对稳定前提下的近视率、肥胖率、抑郁率三个指标是否有所降低。微观层面则看学校、幼儿园的具体培养方法是否“做实”与“做好”。多路径发展执行功能的本质，在于各种活动中让每一个孩子有锻炼自己执行功能的机会。“做实”就是看习惯养成、体育活动等各种方法是不是真正惠及每一个孩子，尤其是原本基础差的孩子（他们有更大几率是执行功能较弱的孩子）。“做好”就是以执行功能为基本原理设计活动方案。执行功能有抑制、认知灵活性和工作记忆三个核心成分。

以执行功能关联要素作为监测指标建立监督检查体系，督促中小学、幼儿园心往一处想，力往一处使，合力提升学生执行功能，发展学生智力，减轻学业成绩两极分化现象，减少素质教育、应试教育两张皮现象的生存空间，挤压“两张皮”之间的水分。为我国从人口资源大国向人力资本强国转型奠定坚实基础。

7.6 提供政策支持，推动社会教育参与执行功能培养体系

对于构建执行功能培养体系，社会教育能够提供家庭教育服务和校园多元服务两个方面的支撑。社会教育的体量较小，对新事物、新理念接受能力强，可快速、灵活地介入某个领域，根据出现的问题提供个性化的解决方案，增强执行功能培养体系的弹性与韧性。纵向看，社会教育服务机构可以将执行功能培养拓展到婴儿期;横向看,社会教育服务机构可以提供高质量的研学旅行、学习方法指导、社团活动。这都可以弥补学校教育的不足。目前，社会教育在执行功能的培养方面还处于探索阶段(例如家庭教育服务尚缺乏完善的体系，学习方法指导的成功案例并未普及)。需要提供政策支持，运用多种方式帮助其向此方向转型。例如，通过出台相关政策，提供优惠条件，鼓励社会教育机构从事家庭教育服务；加强社会教育、学校教育合作。通过购买服务等形式，由社会教育承担学校教育的部分活动（如社团活动、研学旅行、家庭教育指导），促进社会教育转型。已有成熟经验的社会服务机构，可作为此方面改革的突破口，起到引领示范作用；对于传统的才艺类培训（如口才、绘画、舞蹈、乐器等等），可以探索在已有活动项目中增加培养儿童执行功能的内容，提升培训效能。

8. 结束语

2018 年的 PISA 测试数据显示，我国学生阅读素养是世界第一（555 分），每周学习总时长也在世界前列（55 小时以上），远高于世界各国学生每周平均学习时长（44 小时）。阿拉伯联合酋长国学生的学习时长还要多于我国，阅读素养成绩远低于世界平均水平（487 分）。芬兰用阅读成绩低于我国不到 20 分的代价，成功将每周学习时长控制在 37 小时之内。这说明，学科学习时间与学业成就之间还受其它因素的影响。儿童的执行功能便是一种解答。随着社会的快速发展，旧有的支撑儿童执行功能发展的机制逐渐消解，造成了作业负担过重等一系列问题。这需要家庭、学校尽快完成转型。从过去无意识的、依靠维系传统来培养儿童的执行功能，转向有意识的执行功能培养。以脑科学研究成果为参考，优化执行功能培养方式，提升执行功能培养效能，构建家庭教育、德、智、体、美、劳多维融合执行功能培养体系。在减少作业量的同时，保证学生的学业质量维持在一个稳定的空间。

[1] 崔藏金,蔡秋悦.从单边行动到多边联合：我国减负政策演进历程与实效分析[J].吉林省教育学院学报,2023,39(02):61-67.
[2] Zhang R, Geng X, Lee T M C. Large-scale functional neural network correlates of response inhibition: an fMRI meta-analysis[J]. Brain Structure and Function, 2017, 222: 3973-3990.
[3] Emch M, Von Bastian C C, Koch K. Neural correlates of verbal working memory: An fMRI meta-analysis[J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2019, 13: 180.
[4] Yaple Z, Arsalidou M. N‐back working memory task: Meta‐analysis of normative fMRI studies with children[J]. Child Development, 2018, 89(6): 2010-2022.
[5] Dajani D R, Uddin L Q. Demystifying cognitive flexibility: Implications for clinical and developmental neuroscience[J]. Trends in neurosciences, 2015, 38(9): 571-578.
[6] Friedman N P, Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure[J]. Cortex, 2017, 86: 186-204.
[7] Friedman N P, Robbins T W. The role of prefrontal cortex in cognitive control and executive function[J]. Neuropsychopharmacology, 2022, 47(1): 72-89.
[8] Diamond A. Executive functions[J]. Annual review of psychology, 2013, 64: 135-168.
[9] Frischkorn G T, Schubert A L, Hagemann D. Processing speed, working memory, and executive functions: Independent or inter-related predictors of general intelligence[J]. Intelligence, 2019, 75: 95-110.
[10] Schubert A L, Hagemann D, Frischkorn G T. Is general intelligence little more than the speed of higher-order processing?[J]. Journal of Experimental Psychology: General, 2017, 146(10): 1498.
[11] Hatoum A S, Morrison C L, Mitchell E C, et al. Genome-wide association study shows that executive functioning is influenced by GABAergic processes and is a neurocognitive genetic correlate of psychiatric disorders[J]. Biological Psychiatry, 2023, 93(1): 59-70.
[12] Santarnecchi E, Momi D, Mencarelli L, et al. Overlapping and dissociable brain activations for fluid intelligence and executive functions[J]. Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 2021, 21(2): 327-346.
[13] He L, Liu W, Zhuang K, et al. Executive function-related functional connectomes predict intellectual abilities[J]. Intelligence, 2021, 85: 101527.
[14] Sastre-Riba S, Viana-Saenz L. Executive functions and high intellectual capacity[J]. Revista de neurologia, 2016, 62: S65-71.
[15] Cai W, Griffiths K, Korgaonkar M S, et al. Inhibition-related modulation of salience and frontoparietal networks predicts cognitive control ability and inattention symptoms in children with ADHD[J]. Molecular psychiatry, 2021, 26(8): 4016-4025.
[16] May K E, Kana R K. Frontoparietal network in executive functioning in autism spectrum disorder[J]. Autism Research, 2020, 13(10): 1762-1777.
[17] Yao Y W, Liu L, Ma S S, et al. Functional and structural neural alterations in Internet gaming disorder: A systematic review and meta-analysis[J]. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2017, 83: 313-324.
[18] Uddin L Q. Cognitive and behavioural flexibility: neural mechanisms and clinical considerations[J]. Nature Reviews Neuroscience, 2021, 22(3): 167-179.
[19] Zhong Z, Xu Y, Jin R, et al. Executive functions and mathematical competence in Chinese preschool children: A meta-analysis and review[J]. Frontiers in psychology, 2022, 13: 1012660.
[20] Johann V, Könen T, Karbach J. The unique contribution of working memory, inhibition, cognitive flexibility, and intelligence to reading comprehension and reading speed[J]. Child Neuropsychology, 2020, 26(3): 324-344.
[21] Chung K K H, McBride-Chang C. Executive functioning skills uniquely predict Chinese word reading[J]. Journal of Educational Psychology, 2011, 103(4): 909.
[22] Wu Y J, Chen M, Thierry G, et al. Inhibitory control training reveals a common neurofunctional basis for generic executive functions and language switching in bilinguals[J]. BMC neuroscience, 2021, 22: 1-13.
[23] Ren L, Hu B Y, Wu H. Early executive function predicts children’s Chinese word reading from preschool through grade 3[J]. Contemporary Educational Psychology, 2022, 69: 102054.
[24] Huo S, Zhang X, Law Y K. Pathways to word reading and calculation skills in young Chinese children: From biologically primary skills to biologically secondary skills[J]. Journal of Educational Psychology, 2021, 113(2): 230.
[25] Cassotti M ,Agogué, Marine, Camarda A ,et al.Inhibitory Control as a Core Process of Creative Problem Solving and Idea Generation from Childhood to Adulthood[J].New Directions for Child & Adolescent Development, 2016, 2016(151):61-72.
[26] Beaty R E, Benedek M, Silvia P J, et al. Creative cognition and brain network dynamics[J]. Trends in cognitive sciences, 2016, 20(2): 87-95.
[27] Beaty R E, Kenett Y N, Christensen A P, et al. Robust prediction of individual creative ability from brain functional connectivity[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2018, 115(5): 1087-1092.
[28] Li S, Ren X, Schweizer K, et al. Executive functions as predictors of critical thinking: Behavioral and neural evidence[J]. Learning and Instruction, 2021, 71: 101376.
[29] Fleur D S, Bredeweg B, van den Bos W. Metacognition: ideas and insights from neuro-and educational sciences[J]. npj Science of Learning, 2021, 6(1): 13.
[30] Roebers C M. Executive function and metacognition: Towards a unifying framework of cognitive self-regulation[J].

Developmental review, 2017, 45: 31-51.
[31] Cameron C E, Kim H, Duncan R J, et al. Bidirectional and co-developing associations of cognitive, mathematics, and literacy skills during kindergarten[J]. Journal of Applied Developmental Psychology, 2019, 62: 135-144.
[32] Ahmed S F, Montroy J, Skibbe L, et al. The timing of executive function development is associated with growth in math achievement from preschool through second grade[J]. Learning and Instruction, 2023, 83: 101713.
[33] Peng P, Kievit R A. The development of academic achievement and cognitive abilities: A bidirectional perspective[J]. Child Development Perspectives, 2020, 14(1): 15-20.
[34] Best J R, Miller P H, Naglieri J A. Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample[J]. Learning and individual differences, 2011, 21(4): 327-336.
[35] Ahmed S F, Tang S, Waters N E, et al. Executive function and academic achievement: Longitudinal relations from early childhood to adolescence[J]. Journal of Educational Psychology, 2019, 111(3): 446.
[36] Abreu-Mendoza R A, Chamorro Y, Garcia-Barrera M A, et al. The contributions of executive functions to mathematical learning difficulties and mathematical talent during adolescence[J]. PLoS One, 2018, 13(12): e0209267.
[37] Sussman R F, Sekuler R. Feeling rushed? Perceived time pressure impacts executive function and stress[J]. Acta psychologica, 2022, 229: 103702.
[38] Gao J, Yang Z. The influence of cognitive ability in Chinese reading comprehension: can working memory updating change Chinese primary school students’ reading comprehension performance?[J]. Frontiers in Psychology, 2023, 14: 1283781.
[39] Wilkinson H R, Smid C, Morris S, et al. Domain-specific inhibitory control training to improve children’s learning of counterintuitive concepts in mathematics and science[J]. Journal of Cognitive Enhancement, 2020, 4: 296-314.
[40] Holochwost S J, Propper C B, Wolf D P, et al. Music education, academic achievement, and executive functions[J]. Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 2017, 11(2): 147.
[41] Fiske A, Holmboe K. Neural substrates of early executive function development[J]. Developmental Review, 2019, 52: 42-62.
[42] Berger P, Friederici A D, Wiesmann C G. Maturational indices of the cognitive control network are associated with inhibitory control in early childhood[J]. Journal of Neuroscience, 2022, 42(32): 6258-6266.
[43] Engelhardt L E, Harden K P, Tucker-Drob E M, et al. The neural architecture of executive functions is established by middle childhood[J]. NeuroImage, 2019, 185: 479-489.
[44] Chen M, He Y, Hao L, et al. Default mode network scaffolds immature frontoparietal network in cognitive development[J]. Cerebral Cortex, 2023, 33(9): 5251-5263.
[45] Wang C, Hu Y, Weng J, et al. Modular segregation of task-dependent brain networks contributes to the development of executive function in children[J]. NeuroImage, 2020, 206: 116334.
[46] Chai X J, Ofen N, Gabrieli J D E, et al. Selective development of anticorrelated networks in the intrinsic functional organization of the human brain[J]. Journal of cognitive neuroscience, 2014, 26(3): 501-513.
[47] Satterthwaite T D, Wolf D H, Erus G, et al. Functional maturation of the executive system during adolescence[J]. Journal of Neuroscience, 2013, 33(41): 16249-16261.
[48] Ganesan K, Steinbeis N. Development and plasticity of executive functions: A value-based account[J]. Current Opinion in Psychology, 2022, 44: 215-219.
[49] Dong H M, Margulies D S, Zuo X N, et al. Shifting gradients of macroscale cortical organization mark the transition from childhood to adolescence[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2021, 118(28): e2024448118.
[50] Zhang Z, Peng P, Eickhoff S B, et al. Neural substrates of the executive function construct, age‐related changes, and task materials in adolescents and adults: ALE meta‐analyses of 408 fMRI studies[J]. Developmental science, 2021, 24(6): e13111.
[51] Simmonds D J, Hallquist M N, Luna B. Protracted development of executive and mnemonic brain systems underlying working memory in adolescence: a longitudinal fMRI study[J]. Neuroimage, 2017, 157: 695-704.
[52] Ferguson H J, Brunsdon V E A, Bradford E E F. The developmental trajectories of executive function from adolescence to old age[J]. Scientific reports, 2021, 11(1): 1-17.
[53] Harden K P, Engelhardt L E, Mann F D, et al. Genetic associations between executive functions and a general factor of psychopathology[J]. Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 2020, 59(6): 749-758.
[54] Gustavson D E, Reynolds C A, Corley R P, et al. Genetic associations between executive functions and intelligence: A combined twin and adoption study[J]. Journal of Experimental Psychology: General, 2022.
[55] Freis S M, Morrison C L, Lessem J M, et al. Genetic and environmental influences on executive functions and intelligence in middle childhood[J]. Developmental science, 2022, 25(1): e13150.
[56] Friedman N P, Miyake A, Robinson J A L, et al. Developmental trajectories in toddlers’ self-restraint predict individual differences in executive functions 14 years later: a behavioral genetic analysis[J]. Developmental psychology, 2011, 47(5): 1410.
[57] Cumming M M, Bettini E, Pham A V, et al. School-, classroom-, and dyadic-level experiences: A literature review of their relationship with students’ executive functioning development[J]. Review of Educational Research, 2020, 90(1): 47-94.
[58] McLaughlin K A, Weissman D, Bitrán D. Childhood adversity and neural development: A systematic review[J]. Annual review of developmental psychology, 2019, 1: 277-312.
[59] Johnson D, Policelli J, Li M, et al. Associations of early-life threat and deprivation with executive functioning in childhood and adolescence: a systematic review and meta-analysis[J]. JAMA pediatrics, 2021, 175(11): e212511-

e212511.
[60] Smith K E, Pollak S D. Rethinking concepts and categories for understanding the neurodevelopmental effects of childhood adversity[J]. Perspectives on psychological science, 2021, 16(1): 67-93.
[61] Colich N L, Rosen M L, Williams E S, et al. Biological aging in childhood and adolescence following experiences of threat and deprivation: A systematic review and meta-analysis[J]. Psychological bulletin, 2020, 146(9): 721.
[62] Tooley U A, Bassett D S, Mackey A P. Environmental influences on the pace of brain development[J]. Nature Reviews Neuroscience, 2021, 22(6): 372-384.
[63] Schneider-Hassloff H, Zwönitzer A, Künster A K, et al. Emotional availability modulates electrophysiological correlates of executive functions in preschool children[J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2016, 10: 299.
[64] Zhang J, Yan Z, Nan W, et al. Authoritarian parenting effect on children's executive control and individual alpha peak frequency[J]. Mind, Brain, and Education, 2021, 15(4): 280-288.
[65] Xing X, Wang M, Wang Z. Parental corporal punishment in relation to children' s executive function and externalizing behavior problems in China[J]. Social neuroscience, 2018, 13(2): 184-189.
[66] Gelfo F. Does experience enhance cognitive flexibility? An overview of the evidence provided by the environmental enrichment studies[J]. Frontiers in behavioral neuroscience, 2019, 13: 150.
[67] Conti L, Riccitelli G C, Preziosa P, et al. Effect of cognitive reserve on structural and functional MRI measures in healthy subjects: a multiparametric assessment[J]. Journal of Neurology, 2021, 268: 1780-1791.
[68] Urban-Wojcik E J, Lee S, Grupe D W, et al. Diversity of daily activities is associated with greater hippocampal volume[J]. Cognitive, affective, & behavioral neuroscience, 2022: 1-13.
[69] Matricciani L, Paquet C, Galland B, et al. Children's sleep and health: a meta-review[J]. Sleep medicine reviews, 2019, 46: 136-150.
[70] Bernier A, Cimon-Paquet C, Tétreault É. Sleep development in preschool predicts executive functioning in early elementary school[M]//Advances in child development and behavior. JAI, 2021, 60: 159-178.
[71] Lv Y, Cai L, Zeng X, et al. Association between weekend catch-up sleep and executive functions in Chinese school-aged children[J]. Journal of clinical sleep medicine, 2020, 16(8): 1285-1293.
[72] Lowe C J, Safati A, Hall P A. The neurocognitive consequences of sleep restriction: a meta-analytic review[J]. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2017, 80: 586-604.
[73] Lomanowska A M, Boivin M, Hertzman C, et al. Parenting begets parenting: A neurobiological perspective on early adversity and the transmission of parenting styles across generations[J]. Neuroscience, 2017, 342: 120-139.
[74] Dehais F, Lafont A, Roy R, et al. A neuroergonomics approach to mental workload, engagement and human performance[J]. Frontiers in neuroscience, 2020, 14: 268.
[75] Moreau D. How malleable are cognitive abilities? A critical perspective on popular brief interventions[J]. American Psychologist, 2022, 77(3): 409.
[76] Kool W, Botvinick M. Mental labour[J]. Nature human behaviour, 2018, 2(12): 899-908.
[77] Frömer R, Lin H, Dean Wolf C K, et al. Expectations of reward and efficacy guide cognitive control allocation[J]. Nature communications, 2021, 12(1): 1030.
[78] Petrican R, Grady C L. The intrinsic neural architecture of inhibitory control: The role of development and emotional experience[J]. Neuropsychologia, 2019, 127: 93-105.
[79] Bzdok D, Schilbach L, Vogeley K, et al. Parsing the neural correlates of moral cognition: ALE meta-analysis on morality, theory of mind, and empathy[J]. Brain Structure and Function, 2012, 217: 783-796.
[80] Vera-Estay E, Dooley J J, Beauchamp M H. Cognitive underpinnings of moral reasoning in adolescence: The contribution of executive functions[J]. Journal of Moral Education, 2015, 44(1): 17-33.
[81] Lisofsky N, Kazzer P, Heekeren H R, et al. Investigating socio-cognitive processes in deception: a quantitative meta-analysis of neuroimaging studies[J]. Neuropsychologia, 2014, 61: 113-122.
[82] Moffett L, Weiland C, McCormick M P, et al. Off-task behavior as a measure of in-classroom executive function skills? Evidence for construct validity and contributions to gains in prekindergartners' academic achievement[J]. Early Education and Development, 2023: 1-24.
[83] Anderson K L, Weimer M, Fuhs M W. Teacher fidelity to Conscious Discipline and children' s executive function skills[J]. Early Childhood Research Quarterly, 2020, 51: 14-25.
[84] Karlsgodt K H, Bato A A, Ikuta T, et al. Functional activation during a cognitive control task in healthy youth specific to externalizing or internalizing behaviors[J]. Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging, 2018, 3(2): 133-140.
[85] Schoemaker K , Mulder H ,Maja Deković,et al.Executive Functions in Preschool Children with Externalizing Behavior Problems: A Meta-Analysis[J].Journal of Abnormal Child Psychology, 2013.
[86] Adam R ,Cassidy.Executive function and psychosocial adjustment in healthy children and adolescents: A latent variable modelling investigation.[J].Child neuropsychology : a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence, 2016.
[87] Hawkey E J, Tillman R, Luby J L, et al. Preschool executive function predicts childhood resting-state functional connectivity and attention-deficit/hyperactivity disorder and depression[J]. Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging, 2018, 3(11): 927-936.
[88] Jones J S, Astle D E, CALM Team. A transdiagnostic data-driven study of children' s behaviour and the functional connectome[J]. Developmental Cognitive Neuroscience, 2021, 52: 101027.
[89] Morgan P L, Farkas G, Wang Y, et al. Executive function deficits in kindergarten predict repeated academic difficulties across elementary school[J]. Early Childhood Research Quarterly, 2019, 46: 20-32.
[90] Liu Y, Zhu L, Cai K, et al. Relationship between Cardiorespiratory Fitness and Executive Function in Young Adults:

Mediating Effects of Gray Matter Volume[J]. Brain Sciences, 2022, 12(11): 1441.
[91] Ruotsalainen I, Gorbach T, Perkola J, et al. Physical activity, aerobic fitness, and brain white matter: Their role for executive functions in adolescence[J]. Developmental Cognitive Neuroscience, 2020, 42: 100765.
[92] Valkenborghs S R, Noetel M, Hillman C H, et al. The impact of physical activity on brain structure and function in youth: a systematic review[J]. Pediatrics, 2019, 144(4).
[93] Moore D , Jung M , Hillman C H ,et al.Interrelationships between exercise, functional connectivity, and cognition among healthy adults: Asystematic review[J].Psychophysiology, 2022, 59(6):e14014.
[94] Mehren, A., Diaz Luque, C., Brandes, M., Lam, A. P., Thiel, C. M., Philipsen, A., & Özyurt, J. (2019). Intensity-Dependent Effects of Acute Exercise on Executive Function. Neural Plasticity, 2019, 1–17.
[95] 医学名词审定委员会审定.运动医学名词[M].北京：科学出版社.2019：120.
[96] 解超, 金成吉, 张自云,等. 中等强度有氧运动对我国学龄儿童执行功能影响的 Meta 分析[J]. 中国学校卫生, 2017, 38(1):5.
[97] 傅建,范亚荣.不同时间中等强度体育锻炼对初中生执行功能和学业成绩影响的实验研究[J].体育与科学,2016,37(06):110-116.
[98] Zhou F, Xi X, Qin C. Regular open-skill exercise generally enhances attentional resources related to perceptual processing in young males[J]. Frontiers in Psychology, 2020, 11: 941.
[99] 陈爱国,蒋任薇,吉晓海等.8 周中等强度的花样跳绳运动对聋哑儿童执行功能的影响[J].体育与科学,2015,36(04):105-109.
[100] 王瑞萌,庞鑫,李未名等.跆拳道训练对学龄前儿童执行功能发展的影响[J].体育学刊,2018,25(05):119-125.
[101] Alesi M, Bianco A, Luppina G, et al. Improving children's coordinative skills and executive functions: the effects of a football exercise program[J]. Perceptual and motor skills, 2016, 122(1): 27-46.
[102] Xu Y, Zhang W, Zhang K, et al. Basketball training frequency is associated with executive functions in boys aged 6 to 8 years[J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2022, 16: 917385.
[103] Van den Berg V, Saliasi E, Jolles J, et al. Exercise of varying durations: no acute effects on cognitive performance in adolescents[J]. Frontiers in neuroscience, 2018, 12: 408756.
[104] Xu Y, Zhang W, Zhang H, et al. Association between tennis training experience and executive function in children aged 8–12[J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2022, 16: 924809.
[105] Xu Y, Zhang W, Zhang K, et al. Basketball training frequency is associated with executive functions in boys aged 6 to 8 years[J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2022, 16: 917385.
[106] Caspersen C J, Powell K E, Christenson G M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research[J]. Public health reports, 1985, 100(2): 126.
[107] Rodriguez-Ayllon M, Cadenas-Sánchez C, Estévez-López F, et al. Role of physical activity and sedentary behavior in the mental health of preschoolers, children and adolescents: a systematic review and meta-analysis[J]. Sports medicine, 2019, 49(9): 1383-1410.
[108] Belcher B R, Zink J, Azad A, et al. The roles of physical activity, exercise, and fitness in promoting resilience during adolescence: effects on mental well-being and brain development[J]. Biological psychiatry: Cognitive neuroscience and neuroimaging, 2021, 6(2): 225-237.
[109] Stucke N J, Stoet G, Doebel S. What are the kids doing? Exploring young children's activities at home and relations with externally cued executive function and child temperament[J]. Developmental Science, 2022, 25(5): e13226.
[110] Maurer M N, Roebers C M. New insights into visual-motor integration exploring process measures during copying shapes[J]. Psychology of sport and exercise, 2021, 55: 101954.
[111] Nesbitt K T, Fuhs M W, Farran D C. Stability and instability in the co-development of mathematics, executive function skills, and visual-motor integration from prekindergarten to first grade[J]. Early Childhood Research Quarterly, 2019, 46: 262-274.
[112] Zeng Q, Hu X. The association between muscle strength and executive function in children and adolescents: Based on survey evidence in rural areas of China[J]. Frontiers in Psychology, 2023, 13: 1090143.
[113] Wu R, Kong S, Kang S J. Physical Activity Is Associated with Physical Fitness and Executive Function among School Children in the Jiangxi Region of China[J]. Children, 2023, 11(1): 42.
[114] Fleck J I, Kuti J, Mercurio J, et al. The impact of age and cognitive reserve on resting-state brain connectivity[J]. Frontiers in aging neuroscience, 2017, 9: 392.
[115] Conti L, Riccitelli G C, Preziosa P, et al. Effect of cognitive reserve on structural and functional MRI measures in healthy subjects: a multiparametric assessment[J]. Journal of Neurology, 2021, 268: 1780-1791.
[116] Ferrari-Díaz M, Bravo-Chávez R I, Silva-Pereyra J, et al. Verbal intelligence and leisure activities are associated with cognitive performance and resting-state electroencephalogram[J]. Frontiers in Aging Neuroscience, 2022, 14: 921518.
[117] Tomporowski P D, Pesce C. Exercise, sports, and performance arts benefit cognition via a common process[J]. Psychological bulletin, 2019, 145(9): 929.
[118] Román-Caballero R, Vadillo M A, Trainor L J, et al. Please don't stop the music: A meta-analysis of the cognitive and academic benefits of instrumental musical training in childhood and adolescence[J]. Educational Research Review, 2022, 35: 100436.
[119] Wang J, Xu R, Guo X, et al. Different Music Training Modulates Theta Brain Oscillations Associated with Executive Function[J]. Brain Sciences, 2022, 12(10): 1304.
[120] Sachs M, Kaplan J, Der Sarkissian A, et al. Increased engagement of the cognitive control network associated with music training in children during an fMRI Stroop task[J]. PloS one, 2017, 12(10): e0187254.
[121] Frischen U, Schwarzer G, Degé F. Music lessons enhance executive functions in 6-to 7-year-old children[J]. Learning and Instruction, 2021, 74: 101442.
[122] Guo X, Ohsawa C, Suzuki A, et al. Improved digit span in children after a 6-week intervention of playing a

musical instrument: an exploratory randomized controlled trial[J]. Frontiers in psychology, 2018, 8: 2303.
[123] James C E, Zuber S, Dupuis-Lozeron E, et al. Formal string instrument training in a class setting enhances cognitive and sensorimotor development of primary school children[J]. Frontiers in neuroscience, 2020, 14: 567.
[124] Sacheli L M, Tomasetig G, Musco M A, et al. The unexplored link between aesthetic perception and creativity: A theory-driven meta-analysis of fMRI studies in the visual domain[J]. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2022, 140: 104768.
[125] Chen W, He Y, Gao Y, et al. Long-term experience of Chinese calligraphic handwriting is associated with better executive functions and stronger resting-state functional connectivity in related brain regions[J]. PLoS One, 2017, 12(1): e0170660.
[126] Shen Y, Zhao Q, Huang Y, et al. Promotion of street-dance training on the executive function in preschool children[J]. Frontiers in psychology, 2020, 11: 585598.
[127] Tzipi H K , Vannest J J , Elveda G ,et al.Greater Utilization of Neural-Circuits Related to Executive Functions is Associated with Better Reading: A Longitudinal fMRI Study Using the Verb Generation Task[J].Frontiers in Human Neuroscience, 2014, 8:447.
[128] Ruffini C, Osmani F, Martini C, et al. The relationship between executive functions and writing in children: a systematic review[J]. Child Neuropsychology, 2023: 1-59.
[129] Agostini F , Zoccolotti P , Casagrande M .Domain-General Cognitive Skills in Children with Mathematical Difficulties and Dyscalculia: A Systematic Review of the Literature[J].Brain sciences, 2022, 12(2).
[130] He L, Liu W, Zhuang K, et al. Executive function-related functional connectomes predict intellectual abilities[J]. Intelligence, 2021, 85: 101527.
[131] Poling D V, Van Loan C L, Garwood J D, et al. Enhancing teacher-student relationship quality: A narrative review of school-based interventions[J]. Educational Research Review, 2022, 37: 100459.
[132] Tompson S H, Falk E B, O’ Donnell M B, et al. Response inhibition in adolescents is moderated by brain connectivity and social network structure[J]. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 2020, 15(8): 827-837.
[133] Liu D, Hao L, Han L, et al. The optimal balance of controlled and spontaneous processing in insight problem solving: fMRI evidence from Chinese idiom guessing[J]. Psychophysiology, 2023: e14240.
[134] Zhen S, Yaple Z A, Eickhoff S B, et al. To learn or to gain: neural signatures of exploration in human decision-making[J]. Brain Structure and Function, 2022: 1-14.
[135] Cao Y, Huang T, Xie X, et al. Effects and moderators of computer-based training on children’s executive functions: a systematic review and meta-analysis[J]. Frontiers in Psychology, 2020, 11: 580329.
[136] Mondéjar T, Hervás R, Johnson E, et al. Correlation between videogame mechanics and executive functions through EEG analysis[J]. Journal of biomedical informatics, 2016, 63: 131-140.
[137] Valls-Serrano C, de Francisco C, Caballero-López E, et al. Cognitive flexibility and decision making predicts expertise in the MOBA esport, League of Legends[J]. SAGE Open, 2022, 12(4): 21582440221142728.
[138] Fathi M, Mazhari S, Pourrahimi A M, et al. Proactive and reactive inhibitory control are differently affected by video game addiction: An event‐related potential study[J]. Brain and Behavior, 2022, 12(6).
[139] Lindsay E K, Creswell J D. Mechanisms of mindfulness training: Monitor and Acceptance Theory (MAT)[J]. Clinical psychology review, 2017, 51: 48-59.
[140] Sumantry D, Stewart K E. Meditation, mindfulness, and attention: A meta-analysis[J]. Mindfulness, 2021, 12: 1332-1349.
[141] Melis M, Schroyen G, Pollefeyt J, et al. The impact of mindfulness-based interventions on brain functional connectivity: a systematic review[J]. Mindfulness, 2022, 13(8): 1857-1875.
[142] Diamond A, Ling D S. Review of the evidence on, and fundamental questions about, efforts to improve executive functions, including working memory[J]. Cognitive and working memory training: Perspectives from psychology, neuroscience, and human development, 2019, 143.
[143] Xie S, Gong C, Lu J, et al. Enhancing Chinese preschoolers’ executive function via mindfulness training: An fNIRS study[J]. Frontiers in Behavioral Neuroscience, 2022, 16: 961797.
[144] Salem A A G G, Ferreira da Silva P, Felizardo D, et al. Does the frequency of reading and writing habits contribute to executive functions, intelligence, and learning in adolescents with healthy development?[J]. Applied Neuropsychology: Child, 2023, 12(1): 34-44.
[145] Gabriela Gutiérrez-Zamora Velasco,Thalía Fernández, Silva-Pereyra J ,et al.Higher Cognitive Reserve Is Associated with Better Working Memory Performance and Working-Memory-Related P300 Modulation[J].Brain Sciences, 2021, 11(3):308.
[146] Zhang Y, Wang C, Yao Y, et al. Adaptive reconfiguration of intrinsic community structure in children with 5-year abacus training[J]. Cerebral Cortex, 2021, 31(6): 3122-3135.
[147] Chen, Q.; Baran, T.M.; Turnbull, A.; Zhang, Z.; Rebok, G.W.; Lin, F.V. Increased segregation of structural brain networks underpins enhanced broad cognitive abilities of cognitive training. Hum. Brain Mapp. 2021, 42, 3202–3215.
[148] A. Breukelaar I, Williams L M, Antees C, et al. Cognitive ability is associated with changes in the functional organization of the cognitive control brain network[J]. Human brain mapping, 2018, 39(12): 5028-5038.
[149] Finc K, Bonna K, He X, et al. Dynamic reconfiguration of functional brain networks during working memory training[J]. Nature communications, 2020, 11(1): 2435.
[150] Reineberg A E, Gustavson D E, Benca C, et al. The relationship between resting state network connectivity and individual differences in executive functions[J]. Frontiers in psychology, 2018, 9: 1600.
[151] He L, Liu W, Zhuang K, et al. Executive function-related functional connectomes predict intellectual abilities[J]. Intelligence, 2021, 85: 101527.

[152] Thiele J A, Faskowitz J, Sporns O, et al. Multitask brain network reconfiguration is inversely associated with human intelligence[J]. Cerebral Cortex, 2022, 32(19): 4172-4182.
[153] Fleur D S, Bredeweg B, van den Bos W. Metacognition: ideas and insights from neuro-and educational sciences[J]. npj Science of Learning, 2021, 6(1): 13.
[154] Händel M, de Bruin A B H, Dresel M. Individual differences in local and global metacognitive judgments[J]. Metacognition and Learning, 2020, 15: 51-75.
[155] Brod G, Breitwieser J, Hasselhorn M, et al. Being proven wrong elicits learning in children – but only in those with higher executive function skills[J]. Developmental science, 2020, 23(3): e12916.
[156] Rakesh D, Whittle S. Socioeconomic status and the developing brain – A systematic review of neuroimaging findings in youth[J]. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2021, 130: 379-407.
[157] Shaked D, Katzel L I, Davatzikos C, et al. White matter integrity as a mediator between socioeconomic status and executive function[J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2022, 16: 1021857.
[158] Li M, Lindenmuth M, Tarnai K, et al. Development of cognitive control during adolescence: The integrative effects of family socioeconomic status and parenting behaviors[J]. Developmental cognitive neuroscience, 2022, 57: 101139.
[159]李忠路,邱泽奇.家庭背景如何影响儿童学业成就?——义务教育阶段家庭社会经济地位影响差异分析[J].社会学研究,2016,31(04):121-144+244-245.
[160] Schneider-Hassloff H, Zwönitzer A, Künster A K, et al. Emotional availability modulates electrophysiological correlates of executive functions in preschool children[J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2016, 10: 299.
[161] Rakesh D, Cropley V, Zalesky A, et al. Neighborhood disadvantage and longitudinal brain-predicted-age trajectory during adolescence[J]. Developmental Cognitive Neuroscience, 2021, 51: 101002.
[162] Suarez G L, Burt S A, Gard A M, et al. The impact of neighborhood disadvantage on amygdala reactivity: Pathways through neighborhood social processes[J]. Developmental Cognitive Neuroscience, 2022, 54: 101061.
[163]刘艺.改革开放以来的流动人口研究回溯[J].现代管理科学,2020(02):99-101.
[164] 张晓彤,张立新.中国城镇化进程概述和未来城镇化水平预测[J].云南农业大学学报(社会科学),2021,15(01):20-25.
[165] Lee D, Lee J, Namkoong K, et al. Altered functional connectivity of the dorsal attention network among problematic social network users[J]. Addictive Behaviors, 2021, 116: 106823.
[166] Khan A, Gomersall S, Stylianou M. Associations of passive and mentally active screen time with perceived school performance of 197,439 adolescents across 38 countries[J]. Academic Pediatrics, 2023, 23(3): 651-658.
[167] Hu B Y, Johnson G K, Teo T, et al. Relationship between screen time and Chinese children's cognitive and social development[J]. Journal of Research in Childhood Education, 2020, 34(2): 183-207.
[168] Lin L, Cao B, Chen W, et al. Association of adverse childhood experiences and social isolation with later-life cognitive function among adults in China[J]. JAMA network open, 2022, 5(11): e2241714-e2241714.
[169]调查显示：五成家庭对未成年人"关爱不当[EB/OL].[2009-01-06]. https://www.chinanews.com.cn/edu/xlqz/news/2009/01-06/1516799.shtml.
[170]贺霞旭,刘鹏飞.中国城市社区的异质性社会结构与街坊/邻里关系研究[J].人文地理,2016,31(06):1-9.
[171]单金良. 中国首次大规模儿童暴力调查 74.8%孩子被虐待[EB/OL].[2005-05-27]. http://news.sohu.com/20050527/n225729456.shtml.
[172] 黄玥,陈春屹,王银平等.中国部分农村地区5岁以下儿童家庭暴力管教情况及影响因素分析[J].中国儿童保健杂志,2020,28(08):854-858+862.
[173] 周子焜,雷晓燕,沈艳.教育减负、家庭教育支出与教育公平[J].经济学(季刊),2023,23(03):841-859.
[174] 张晓彤,张立新.中国城镇化进程概述和未来城镇化水平预测[J].云南农业大学学报(社会科学),2021,15(01):20-25.
[175] 中华人民共和国国家统计局. 中华人民共和国2022年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. [2023-02-28].http://www.stats.gov.cn/tjsj./zxfb/202302/t20230227_1918980.html.
[176] 王春艳. 美国城市化的历史、特征及启示 [J]. 城市问题, 2007, (06): 92-98.
[177] 张璐,陶淼冰,李亚杰.我国城镇居民家庭人均可支配收入统计分析及预测——基于灰色预测模型的分析[J].当代经济,2012(09):152-154.
[178] 浙江日报. 超半数学生抄过作业？温州教育局的这份数据还说了啥[EB/OL]. [2017-11-25].https://baijiahao.baidu.com/s?id=1584995284638588255&wfr=spider&for=pc
[179] Audiffren M, André N, Baumeister R F. Training willpower: Reducing costs and valuing effort[J]. Frontiers in Neuroscience, 2022, 16: 699817.
[180] Karbach J, Unger K. Executive control training from middle childhood to adolescence[J]. Frontiers in psychology, 2014, 5: 390.
[181] Gallen C L, D'Esposito M. Brain modularity: a biomarker of intervention-related plasticity[J]. Trends in cognitive sciences, 2019, 23(4): 293-304.
[182] Mattar M G, Wymbs N F, Bock A S, et al. Predicting future learning from baseline network architecture[J]. NeuroImage, 2018, 172: 107-117.
[183] Traut H J, Guild R M, Munakata Y. Why does cognitive training yield inconsistent benefits? A meta-analysis of individual differences in baseline cognitive abilities and training outcomes[J]. Frontiers in Psychology, 2021, 12: 662139.
[184] Menu I, Rezende G, Le Stanc L, et al. Inhibitory control training on executive functions of children and adolescents: A latent change score model approach[J]. Cognitive Development, 2022, 64: 101231.
[185] Gratton C, Laumann T O, Nielsen A N, et al. Functional brain networks are dominated by stable group and individual factors, not cognitive or daily variation[J]. Neuron, 2018, 98(2): 439-452. e5.
[186] Bailey D H, Duncan G J, Cunha F, et al. Persistence and fade-out of educational-intervention effects: Mechanisms and potential solutions[J]. Psychological Science in the Public Interest, 2020, 21(2): 55-97.

[187] 新民晚报. 中小学“安静的课间十分钟”现象普遍，老师的错？. [EB/OL].[2019-05-30]. https://baijiahao.baidu.com/s?id=1634918726848116026&wfr=spider&for=pc.
[188] Rodriguez-Ayllon M, Cadenas-Sánchez C, Estévez-López F, et al. Role of physical activity and sedentary behavior in the mental health of preschoolers, children and adolescents: a systematic review and meta-analysis[J]. Sports medicine, 2019, 49(9): 1383-1410.
[189] Friedman N P, Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure[J]. Cortex, 2017, 86: 186-204.
[190] Sisk L M, Gee D G. Stress and adolescence: vulnerability and opportunity during a sensitive window of development[J]. Current Opinion in Psychology, 2022, 44: 286-292.
[191] O'Connor D B, Thayer J F, Vedhara K. Stress and health: A review of psychobiological processes[J]. Annual review of psychology, 2021, 72: 663-688.
[192] Hao Y, Yao L, Smith D M, et al. Prefrontal-posterior coupling mediates transitions between emotional states and influences executive functioning[J]. Scientific reports, 2019, 9(1): 8252.
[193] Hawkey E J, Tillman R, Luby J L, et al. Preschool executive function predicts childhood resting-state functional connectivity and attention-deficit/hyperactivity disorder and depression[J]. Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging, 2018, 3(11): 927-936.
[194] Brañas M J A A, Croci M S, Ravagnani Salto A B, et al. Neuroimaging studies of nonsuicidal self-injury in youth: a systematic review[J]. Life, 2021, 11(8): 729.
[195] Ribner A D, Ahmed S F, Miller-Cotto D, et al. The role of executive function in shaping the longitudinal stability of math achievement during early elementary grades[J]. Early Childhood Research Quarterly, 2023, 64: 84-93.
[196] 张洋,何玲.中国青少年体质健康状况动态分析——基于 2000—2014 年四次国民体质健康监测数据[J].中国青年研究,2016(06):5-12.
[197] 中国学生体质与健康研究组 编. 2019 年中国学生体质与健康调研报告[M].北京:高等教育出版社,2022:165-167.
[198] 傅小兰、张侃、陈雪峰、陈祉妍主编.心理健康蓝皮书：中国国民心理健康发展报告（2019～2020）[M].北京：社会科学文献出版社,2021:192.
[199] 人民日报健康客户端、健康时报、好心情心理医疗和心理健康数字服务平台、灵北中国、抑郁研究所. 2022 国民抑郁症蓝皮书[EB/OL]. [2022-07-01].https://m.peopledailyhealth.com/articleDetailShare?articleId=026345f72bbf4e9eaf312ff0e237ed51.
[200] Feller L, Feller G, Ballyram T, et al. Interrelations between pain, stress and executive functioning[J]. British journal of pain, 2020, 14(3): 188-194.
[201] Rock P L, Roiser J P, Riedel W J, et al. Cognitive impairment in depression: a systematic review and meta-analysis[J]. Psychological medicine, 2014, 44(10): 2029-2040.
[202] Lalovic A, Wang S, Keilp J G, et al. A qualitative systematic review of neurocognition in suicide ideators and attempters: Implications for cognitive-based psychotherapeutic interventions[J]. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2022, 132: 92-109.
[203] 国家卫生健康委员会 编.中国卫生健康统计年鉴[M].北京:中国协和医科大学出版社,2022:286-287.
[204] Yang Y, Shields G S, Guo C, et al. Executive function performance in obesity and overweight individuals: A meta-analysis and review[J]. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2018, 84: 225-244.
[205] Zhang Q, Jin K, Chen B, et al. Overnutrition induced cognitive impairment: insulin resistance, gut-brain axis, and neuroinflammation[J]. Frontiers in Neuroscience, 2022, 16: 884579.
[206] Xin F, Zhu Z, Chen S, et al. Prevalence and correlates of meeting the muscle-strengthening exercise recommendations among Chinese children and adolescents: Results from 2019 Physical Activity and Fitness in China—The Youth Study[J]. Journal of Sport and Health Science, 2022, 11(3): 358-366.
[207] Xin F, Zhu Z, Chen S, et al. Prevalence and correlates of meeting the muscle-strengthening exercise recommendations among Chinese children and adolescents: Results from 2019 Physical Activity and Fitness in China—The Youth Study[J]. Journal of Sport and Health Science, 2022, 11(3): 358-366.
[208] Li J, Sha S, Luo W, et al. Prevalence and associated factors of bullying victimization among Chinese high school students in Shandong, China[J]. Journal of affective disorders, 2023, 323: 667-674.
[209] Kishimoto T, Ji X, Ding X. The Multivariate Associations Among Bullying Experiences, Executive Function, and Psychological Disturbance[J]. School Mental Health, 2023, 15(4): 1158-1172.
[210] Babarro I, Ibarluzea J, Theodorsson E, et al. Hair cortisol as a biomarker of chronic stress in preadolescents: influence of school context and bullying[J]. Child neuropsychology, 2023, 29(5): 742-759.
[211] Tillem S, Dotterer H L, Goetschius L G, et al. Antisocial behavior is associated with reduced frontoparietal network efficiency in youth[J]. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 2023, 18(1): nsad026.
[212] Fernández García L, Merchan A, Phillips-Silver J, et al. Neuropsychological development of cool and hot executive functions between 6 and 12 years of age: a systematic review[J]. Frontiers in Psychology, 2021, 12: 687337.
[213] Azores-Gococo N M, Brook M, Teralandur S P, et al. Killing a child: Neuropsychological profiles of murderers of children[J]. Criminal justice and behavior, 2017, 44(7): 946-962.
[214] 辛聪,刘国雄,程黎. 儿童前瞻记忆：执行功能的作用 [J]. 心理科学, 2023, 46 (06): 1360-1367.
[215] Kalpouzos G, Eriksson J, Sjölie D, et al. Neurocognitive systems related to real-world prospective memory[J]. PloS one, 2010, 5(10): e13304.
[216] 王丽娟，刘伟，郭纬.前瞻记忆的发展[M].北京：科学出版社，2019：前言.
[217] Zhang Y, Ke L, Fu Y, et al. Physical activity attenuates negative effects of short-term exposure to ambient air pollution on cognitive function[J]. Environment International, 2022, 160: 107070.
[218] Cui J, Li L, Dong C. The associations between specific-type sedentary behaviors and cognitive flexibility in

adolescents[J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2022, 16: 910624.
[219] Hunter S, Leatherdale S T, Carson V. The 3‐Year Longitudinal Impact of Sedentary Behavior on the Academic Achievement of Secondary School Students[J]. Journal of School Health, 2018, 88(9): 660-668.
[220] Iordan A D, Moored K D, Katz B, et al. Age differences in functional network reconfiguration with working memory training[J]. Human brain mapping, 2021, 42(6): 1888-1909.
[221] Astle D E, Barnes J J, Baker K, et al. Cognitive training enhances intrinsic brain connectivity in childhood[J]. Journal of Neuroscience, 2015, 35(16): 6277-6283.
[222] Chevalier N, Jackson J, Roux A R, et al. Differentiation in prefrontal cortex recruitment during childhood: Evidence from cognitive control demands and social contexts[J]. Developmental cognitive neuroscience, 2019, 36: 100629.
[223] Ardila A, Bernal B, Rosselli M. Executive functions brain system: An activation likelihood estimation meta-analytic study[J]. Archives of Clinical Neuropsychology, 2018, 33(4): 379-405.
[224] Horowitz-Kraus T, Vannest J J, Gozdas E, et al. Greater utilization of neural-circuits related to executive functions is associated with better reading: a longitudinal fMRI study using the verb generation task[J]. Frontiers in human neuroscience, 2014, 8: 447.
[225] Omont-Lescieux S, Menu I, Salvia E, et al. Lateralization of the cerebral network of inhibition in children before and after cognitive training[J]. Developmental Cognitive Neuroscience, 2023, 63: 101293.
[226] Nawaz R, Wood G, Nisar H, et al. Exploring the Effects of EEG-Based Alpha Neurofeedback on Working Memory Capacity in Healthy Participants[J]. Bioengineering, 2023, 10(2): 200.
[227] Tang C, Huang T, Huang J, et al. Effortful and effortless training of executive functions improve brain multiple demand system activities differently: an activation likelihood estimation meta-analysis of functional neuroimaging studies[J]. Frontiers in Neuroscience, 2023, 17: 1243409.
[228] Friedman N P, Miyake A. Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure[J]. Cortex, 2017, 86: 186-204.
[229] Petrican R, Grady C L. The intrinsic neural architecture of inhibitory control: The role of development and emotional experience[J]. Neuropsychologia, 2019, 127: 93-105.
[230] Song S, Stern Y, Gu Y. Modifiable lifestyle factors and cognitive reserve: A systematic review of current evidence[J]. Ageing Research Reviews, 2022, 74: 101551.
[231] Romeo R R, Leonard J A, Robinson S T, et al. Beyond the 30-million-word gap: Children’s conversational exposure is associated with language-related brain function[J]. Psychological science, 2018, 29(5): 700-710.
[232] Duncan L G, Coatsworth J D, Greenberg M T. A model of mindful parenting: Implications for parent–child relationships and prevention research[J]. Clinical child and family psychology review, 2009, 12: 255-270.
[233] Kil H, Antonacci R, Shukla S, et al. Mindfulness and parenting: A meta-analysis and an exploratory meta-mediation[J]. Mindfulness, 2021, 12(11): 2593-2612.
[234] Turpyn C C, Chaplin T M, Fischer S, et al. Affective neural mechanisms of a parenting-focused mindfulness intervention[J]. Mindfulness, 2021, 12: 392-404.
[235]周加仙,王丹丹,章熠.贫困代际传递的神经机制以及教育阻断策略[J].教育发展研究,2018,38(02):71-77.
[236]任屹,黄四林.贫困损害儿童执行功能的作用机制[J].心理发展与教育,2022,38(01):134-143.
[237]阴桐桐,者亚囡,邢晓沛.执行功能的代际传递：性别与家庭社会经济地位的调节效应[J].中国临床心理学杂志,2019,27(04):762-766+835.
[238] Zupo R, Castellana F, Boero G, et al. Processed foods and diet quality in pregnancy may affect child neurodevelopment disorders: A narrative review[J]. Nutritional Neuroscience, 2023: 1-21.
[239] Mulder H, Verhagen J, Van der Ven S H G, et al. Early executive function at age two predicts emergent mathematics and literacy at age five[J]. Frontiers in psychology, 2017, 8: 274895.
[240] Beaty R E, Benedek M, Silvia P J, et al. Creative cognition and brain network dynamics[J]. Trends in cognitive sciences, 2016, 20(2): 87-95.
[241] Beaty R E, Kenett Y N, Christensen A P, et al. Robust prediction of individual creative ability from brain functional connectivity[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2018, 115(5): 1087-1092.
[242] Privitera A J, Zhou Y, Xie X. Inhibitory control as a significant predictor of academic performance in Chinese high schoolers[J]. Child Neuropsychology, 2023, 29(3): 457-473.
[243] Sydnor V J, Larsen B, Bassett D S, et al. Neurodevelopment of the association cortices: Patterns, mechanisms, and implications for psychopathology[J]. Neuron, 2021, 109(18): 2820-2846.
[244] Gohil K, Bluschke A, Roessner V, et al. Sensory processes modulate differences in multi‐component behavior and cognitive control between childhood and adulthood[J]. Human Brain Mapping, 2017, 38(10): 4933-4945.
[245] Wen T, Liu D C, Hsieh S. Connectivity patterns in cognitive control networks predict naturalistic multitasking ability[J]. Neuropsychologia, 2018, 114: 195-202.
[246] 王志刚.小教学论（修订版）[M].吉林:吉林出版集团股份有限公司,2020:218.